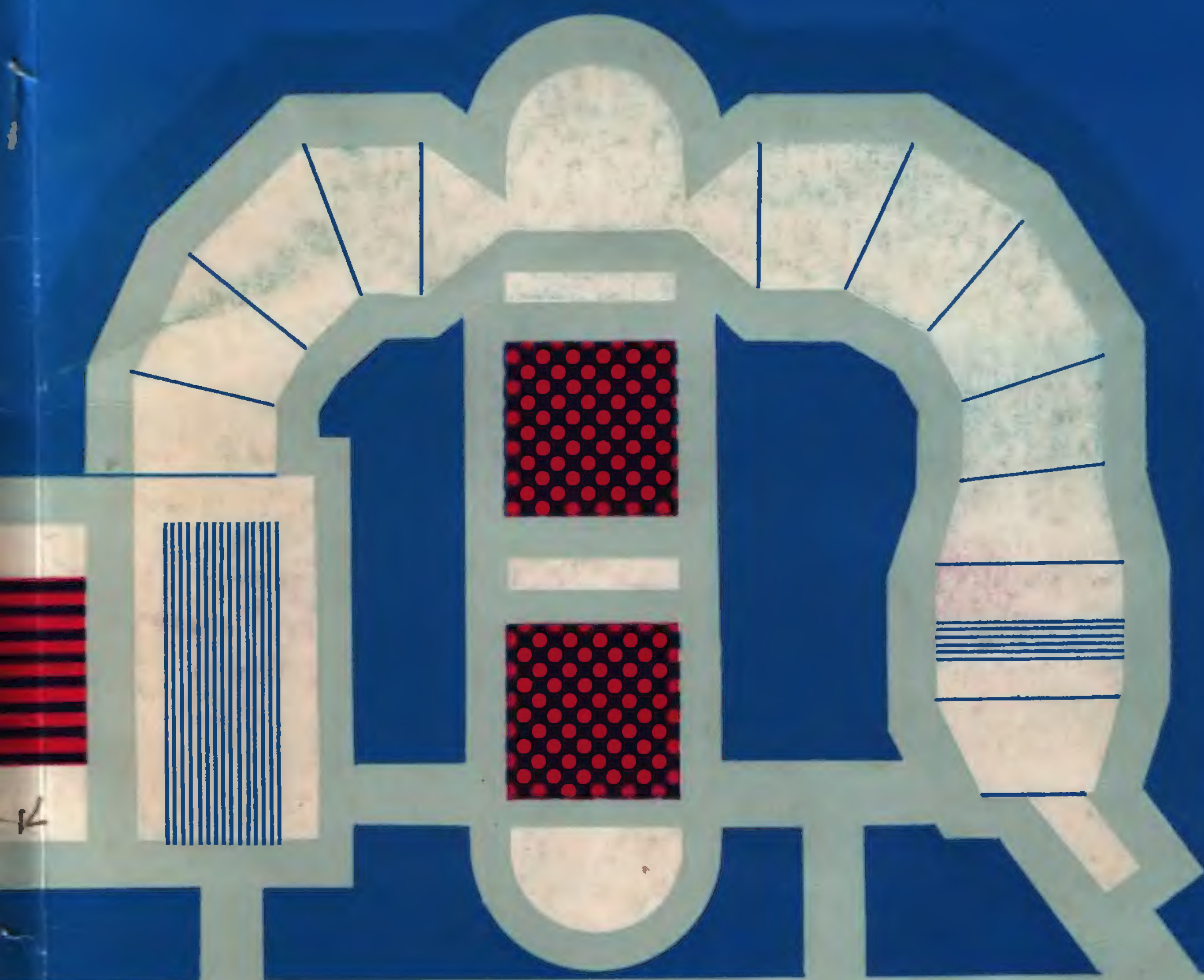
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

6К1.181.2
К 73

НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ



ОТРАСЛЕВОЙ КАТАЛОГ

КОТЛЫ УТИЛИЗАТОРЫ И КОТЛЫ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ

МОСКВА·1985

СОДЕРЖАНИЕ

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ И КОТЛОВ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ 3

ОСНОВНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПО ВЫБОРУ ТИПА КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ И КОТЛОВ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ 6

КОТЛЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 8

Котел-утилизатор РК-12/14Ф 8

Котел-утилизатор КН-80/40 10

Котел-утилизатор КН-85/40 12

Котел-утилизатор УС-2,6/39 14

Котлы энерготехнологические КС-200 ВТКУ-М, КС-450 ВТКУ-М . . . 15

Котел энерготехнологический СЭТА-Ц-100-1М 22

Котел энерготехнологический СЭТА-Ц-100-2М 22

Котел энерготехнологический ПКС-Ц-10/40 25

Котел энерготехнологический РКС-75/40 27

Котлы с высокотемпературным органическим теплоносителем ВОТ-0,5; ВОТ-1; ВОТ-2; ВОТ-4 29

КОТЛЫ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ . . 33

Энерготехнологические котлы СРК-350, СРК-700, СРК-1400 33

КОТЛЫ ДЛЯ ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ 39

Котел-утилизатор КУ-40-1 39

Котлы-утилизаторы КУ-60-2, КУ-80-3, КУ-100-1, КУ-125 42

Котел-утилизатор КУ-100Б-1 47

Котел-утилизатор КУ-150 49

Центральный пароперегреватель ЦП-60-С 51

Охладители конвертерных газов: ВОКГ-80-2, ОКГ-130, ОКГ-130бд, ОКГ-180, ОКГ-250-2, ОКГ-250-М2бд, ОКГ-400 55

Котел-утилизатор КСТК-35/40-100 73

Котел-утилизатор РКЖ-25/40 76

Котел-утилизатор РКК-25/40-75 77

КОТЛЫ ДЛЯ САЖЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА 81

Унифицированные котлы-утилизаторы типа ПКК-30/24-70-5, ПКК-30/45А, ПКК-75/24-150-5, ПКК-75/45-150-5, ПКК-100/24-200-5, ПКК-100/45-200-5 . 81

14-85-04

Ведущий редактор Л. М. Фомичева
Редактор С. Г. Белошенко
Технический редактор Ф. Б. Мухамедова
Корректор Т. А. Звездочетова

Сдано в набор 17.5.85 Подписано в печать 25.07.85 Т-15768 Формат 60×90 1/8
Усл. печ. л. 10,5 Уч.-изд. л. 10,0 Тираж 4625 экз. Усл. кр.-отт. 11,25
Зак. инст. 14-85-04 Зак. тип. 1494 Цена 2 руб. 22 коп.

Научно-исследовательский отдел анализа и обобщения отраслевой информации
тел. 203-27-79, 119825, Москва, Волхонка, 5/6, строение 7

Типография ВНИИТЭМР, г. Щербинка

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ И КОТЛОВ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ

В настоящее время существуют понятия *котлы-утилизаторы* и *энерготехнологические котлы* в зависимости от их роли в основном технологическом процессе.

К котлам-утилизаторам относятся установки, без которых основной технологический процесс может протекать без изменений. К ним относятся котлы-утилизаторы на запечных газах.

К энерготехнологическим котлам относятся установки, без которых основной технологический процесс не может протекать или претерпевает существенные изменения при их отключении. К таким относятся системы принудительного охлаждения технологических агрегатов, а также котлы для охлаждения продукционных потоков.

Однако такое деление чисто условно, так как котлы-утилизаторы, установленные на запечных газах, несмотря на то, что технологический процесс может осуществляться и без них, оказывают свое влияние на параметры технологического агрегата. Благодаря установке котла-утилизатора, например, за мартеновскими печами увеличивается выплавка стали до 5%, за печами цветной металлургии наряду с экономией топлива значительно улучшаются технологические показатели процессов обжига сырья.

Помимо того, все эти агрегаты выполняют определенную роль в защите экологической среды. Например, содорегенерационные котлы (СРК) применяются для сжигания черных щелоков, которые являются вредными выбросами.

Таким образом, использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) любых видов в технологических процессах связано с повышением энергетической эффективности, улучшением показателей технологических процессов и условий защиты окружающей среды, то есть в единый процесс сведены технология и энергетика. Поэтому целесообразно употреблять один термин — *энерготехнологические котлы или установки.*

Энерготехнологические котлы можно классифицировать:

по отраслям промышленности, в которых используются ВЭР (котлы для черной, цветной металлургии, химической промышленности; сернокислотного и азотного производства, целлюлозно-бумажной, строительной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности);

по уровню температур используемого в котлах теплоносителя: высокотемпературные (с температурой газов перед охлаждением в котле $>1000°$ C) и низкотемпературные (с температурой газов $<1000°$ C);

по технологическим агрегатам, за которыми или в которых устанавливаются теплоиспользующие котлы (за мартеновскими печами, конвертерами, обжиговыми с кипящим слоем, фьюминговыми, нагревательными, шлаковозгоночными, прокалочными, шахтными, отражательными печами, за печами кислородно-взвешенной плавки, сухого тушения кокса и т. п.);

по способу передачи тепла в поверхностях нагрева:

конвективные (тепло от газов преимущественно отнимается конвекцией);

радиационные (тепло преимущественно отнимается радиацией);

радиационно-конвективные (тепло отнимается радиацией и конвекцией);

по конструктивному признаку:

газотрубные;

водотрубные (с принудительной или естественной циркуляцией пароводяной смеси).

Во всех без исключения установках одним из главных факторов является выбор вида и параметров охлаждающей среды. В большинстве случаев в котлах, использующих ВЭР, применяют химически обессоленную воду и вырабатывают насыщенный или перегретый пар.

Выбор параметров пара определяется свойствами теплоносителя, его химическим составом (запыленность, коррозионная активность), а также количеством тепла, содержащегося в отходящих газах; возможностями использования тепла на месте (тепловой схемой технологического процесса) на технологические нужды, теплоснабжение или выработку электроэнергии; последствиями, к которым приведет разрыв труб поверхностей нагрева; количеством вырабатываемого пара и др.

В связи с этим выбору параметров пара для каждого объекта использования должно быть уделено большое внимание. Все зависит от условий, в которых проводится технико-экономическое обоснование выбора параметров. Например, в сернокислотной промышленности нижний предел давления охлаждающей среды устанавливается исходя из коррозионной способности охлаждаемых газов, определяемой точкой росы на поверхности нагрева, и принимается не ниже 4 МПа. Верхний — условиями рационального использования пара. Долгое

время из-за отсутствия потребителя пара на сернокислотных заводах пар сбрасывался в атмосферу. Возникшие на заводах производства красителей явились мощными потребителями технологического пара. На заводах, где производится значительное количество пара, были установлены паровые турбины, вырабатывающие электроэнергию.

В настоящее время для различных заказчиков параметры согласуются индивидуально в зависимости от схемы потребления (теплового баланса). Разработка мер по использованию пара за счет ВЭР на технологические нужды, выработку электроэнергии, теплоснабжение, комбинированные схемы требует детального изучения тепловых балансов производств и разработки типовых решений с учетом технико-экономического обоснования по использованию пара от котлов. Параметры пара также зависят от стабильности работы (технологического режима) основного агрегата-печи.

Технико-экономическое обоснование должно производиться при выборе типа котла для каждого конкретного случая.

Большинство котлов-утилизаторов устанавливается за металлургическими печами в черной и цветной металлургии. В черной металлургии выбор параметров пара определяется прежде всего тепловой схемой его использования, и в основном это 1,8 и 4 МПа с небольшим перегревом (350—440° С). В цветной металлургии, содорегенерационной промышленности и сернокислотной, в которых в отходящих газах содержатся окислы серы и другие коррозионно-активные вещества, давление охлаждающей среды выбирается из условий, чтобы температура поверхностей нагрева котла была выше точки росы дымовых газов. Так, например, для отходящих газов печей КС при обжиге серного колчедана, цинковых концентратов температура точки росы достигает 200—220° С, для кислородно-взвешенной плавки — 220° С и может быть равна 250—260° С.

Исходя из этого, нижний предел охлаждающей воды устанавливается 4 МПа, что соответствует минимальной температуре 265° С при насыщении. Верхний предел ограничивается условиями рационального использования пара, надежностью работы металла и технико-экономическими показателями. Например, в сернокислотной промышленности одним из условий повышения параметров пара явилась необходимость использования тепла в зависимости от сезона. В летний период многим потребителям не хватало вырабатываемого пара, поэтому параметры пара котлов-утилизаторов были повышены, чтобы направить пар в паровые турбины для выработки электроэнергии. Паропроизводительность котлов не может быть жестко регламентирована, так как она полностью определяется тепловой мощностью печи.

Различия в тепловых схемах предприятий, разнообразие металлургических печей по назначению и мощности затрудняло процесс унификации котлов-утилизаторов по их параметрам. Был принят ГОСТ на параметры пара, что вызвало определенные трудности на стадии проектирования котлов из-за разногласий между заказчиком и проектантом. Тем не менее в настоящее время для ускорения оснащения отраслей промышленности энерготехнологическими котлами необходимо вновь провести оптимизацию тепловых схем предприятий и установить жесткий регламент на параметры пара с учетом наиболее полного и рационального его использования. Наиболее широкоиспользуемые типы котлов-утилизаторов и энерготехнологических и области их применения указаны в табл. 1.

Таблица 1

ТИП КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Тип котла	Код ОКП	Область применения	Знак качества
1	2	3	4
Г-60БТ	31 1271 2156(08)	Газотрубные котлы для химической промышленности	—
Г-175БТ	31 1271 2168(04)		—
Г-105/300БЦ	31 1272 1133	То же	
Г-150	31 1271 2135(01)	»	—
Г-420	31 1271 2144(01)	»	Имеет
Г-950	31 1271 2148(08)	»	—
Г-250	31 1271 2172	»	Имеет
Г-345	31 1271 2171	»	Имеет
Г-250П	31 1271 2137(00)	»	Имеет
Г-345П	31 1271 2141(04)	»	Имеет
Г-550П	31 1271 2146(10)	»	Имеет
Г-145Б	31 1271 2134(03)	»	—
Г-1030Б	31 1271 2151(02)	»	—
Г-330БИ	31 1271 1145	»	—
Г-445БИ	31 1271 1132	»	—
Г-660БИ	31 1271 1148	»	—
Г-400ПЭ	31 1271 2143(02)	»	Имеет
Г-420БПЭ	31 1271 2139	»	—

1	2	3	4
Г-710БЦ	31 1271 1133	Газотрубные котлы для химической промышленности	—
Г-1030БС	31 1271 1131	То же	—
Г-1240БЦИ	31 1271 1144(05)	»	—
Г-1250Э	31 1271 1134	»	—
В-90Б	31 1271 2129(00)	»	—
В-460Б	31 1271 2133(04)	»	—
ВЭ-570	31 1271 2132(05)	»	—
РК-12/14Ф	31 1271 2127	»	—
КН-80/40	31 1271 3141(00)	Для производства азотной кислоты	—
КН-85/40	31 1271 2533	То же	—
УС-2,6/39	31 1271 3115(02)	»	—
КС-200-ВТКУ-М	—	Для сернокислотного производства	—
КС-450ВТКУ-М	31 1271 2124(05)	То же	—
СЭТА-Ц-100-1М	31 1272 2125	»	Имеет
СЭТА-Ц-100-2М	31 1272 2135(02)	»	—
ПКС-Ц-10/40	31 1272 2124(00)	»	Имеет
РКС-75/40	31 1271 2137(00)	»	—
ВОТ-0,5	31 1272 2103(05)	Котлы с высокотемпературным органическим теплоносителем для химической промышленности	—
ВОТ-1	31 1272 2104(04)		—
ВОТ-2	31 1272 2105(03)		—
ВОТ-4	31 1272 2106(02)	То же	—
СРК-350	31 1272 2111(05)	Для целлюлозно-бумажной промышленности	—
СРК-700	31 1272 2109(10)		—
СРК-1400	31 1272 2109(10)	То же	—
КУ-40-1	31 1271 3103(06)	Котлы-утилизаторы для черной металлургии (за мартеновскими, нагревательными, обжиговыми печами)	—
КУ-60-2	31 1271 3106(03)		—
КУ-80-3	31 1271 3107(02)		—
КУ-100-1	31 1271 3109(00)	То же	—
КУ-125	31 1271 3111(06)	»	—
КУ-100Б-1	31 1271 3142(10)	»	—
КУ-150	31 1271 3112(05)	»	—
ЦП-60-С	31 1273 1105(02)	Центральный пароперегреватель — для черной металлургии	—
ВОКГ-80-2	31 1213 3000(06)	Охладители конвертерных газов для черной металлургии (конвертерное производство стали)	—
ОКГ-130	31 1271 1106(00)		—
ОКГ-130бд (экспорт)	31 1271 9022	То же	—
ОКГ-180	31 1271 2116	»	—
ОКГ-250-2	31 1271 1104(02)	»	Имеет
ОКГ-250-М2бд	31 1271 1117	»	—
ОКГ-400	31 1271 1105(01)	»	Имеет
КСТК-35/40-100	31 1271 3159	Для черной металлургии (для установок сухого тушения кокса)	Имеет
РКЖ-25/40	31 1271 5122(06)	Для черной и цветной металлургии	—
РКК-25/40-75	31 1271 5121	То же	—
ПКК-30/24-70-5	31 1271 3153(07)	Унифицированные котлы-утилизаторы для сажевого производства	Имеет
ПКК-30/45-А	31 1271 3134(10)		Имеет
ПКК-75/24-150-5	31 1271 3147	То же	Имеет
ПКК-75/45-150-5	31 1271 3154(06)	»	Имеет
ПКК-100/24-200-5	31 1271 3155(05)	»	—
ПКК-100/45-200-5	31 1271 3146(06)	»	—

ОСНОВНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПО ВЫБОРУ ТИПА КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ И КОТЛОВ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ

В настоящее время в отечественном котлостроении насчитывается более 200 типов котлов-утилизаторов, спроектированных Белгородским заводом энергетического машиностроения им. 60-летия Союза ССР, НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова и рядом отраслевых проектно-конструкторских институтов. Конструкции котлов созданы на основе отечественного и зарубежного опыта, проверены в эксплуатации. Однако каждый очередной выбор той или иной конструкции для установки за промышленными печами связан с определенными трудностями и зависит от многих факторов: таких как уровень температур отходящих газов; их химический состав; наличие шихтового уноса и его свойств; тепловая схема завода, на котором предполагается установка котла; тип конструкции; производительность и условия работы промышленной печи.

Имеющийся опыт позволяет с достаточной степенью точности определить основные критерии, по которым можно выбрать тип котла-утилизатора.

Температура отходящих газов и наличие в них пылевидного уноса позволяют определить, к какой группе может быть отнесен котел-утилизатор: высокотемпературной ($T_г>1000°C$) или низкотемпературной ($T_г<1000°C$), а также к котлам с чистыми или загрязненными газами.

Высокий температурный уровень ($>1000°C$) и наличие в газах пылевидных частиц предопределяют конструкцию котельного агрегата с радиационной камерой, которая служит для использования теплового излучения, эффективного при высокой температуре, и обеспечения охлаждения пылевидных частиц до температуры ниже точки размягчения золы. Разнообразие технологических процессов и большое количество материалов, подвергаемых термической обработке, обусловливают и разнообразие уносов. В большинстве случаев особенностью технологического уноса является значительное содержание в нем мельчайших частиц (размером 5—10 мк). Тонкодисперсный унос характерен для отходящих газов шлаковозгоночных печей цветной металлургии, мартеновских печей и сталеплавильных конвертеров черной металлургии, содорегенерации в целлюлозно-бумажной промышленности. В отходящих газах могут содержаться также относительно крупные частицы, способные вызвать эрозионный износ поверхностей нагрева. В этих случаях котлы часто снабжаются радиационными камерами, конструктивно аналогичными топочным камерам парогенераторов, которые служат для приема и охлаждения высокотемпературных запечных газов до температуры, обеспечивающей затвердевание расплавленных частиц уноса. Большую роль, особенно для сильнозапыленных газов ($\mu>50$ г/нм^3), играет аэродинамическая форма газоходов котлов, от которой зависит быстрота износа труб, скорость и плотность отложений. Конфигурация газоходов для этих случаев должна быть плавной, без резких поворотов, внезапных сужений и расширений, с гладкой внутренней поверхностью.

С целью уменьшения коррозии давление в котле должно быть таким, чтобы температура насыщенного пара была выше точки росы. В таких котлах, как правило, нет экономайзеров и воздухоподогревателей. Если уходящие газы содержат твердую эрозионную пыль, то омывание труб должно быть продольным, а скорости газов — низкими, при этом поверхности нагрева наименее подвержены износу и загрязнению.

Низкие температуры газов по сравнению с температурами в топках энергетических котлов, а также наличие в них окислов серы, азота и других элементов, необходимых для дальнейшей переработки в технологические продукты, требуют высокой газоплотности конструкций, чтобы не снижать уровень теплопередачи в поверхностях нагрева и не уменьшать концентрацию окислов, подвергаемых дальнейшему использованию.

Созданные конструкции котлов-утилизаторов имеют в качестве охлаждающего агента воду, насыщенный или перегретый пар. Ввиду того, что тепловые напряжения в поверхностях нагрева невелики, а высота котлов, как правило, небольшая, часто возникает вопрос рационального способа циркуляции воды. В существующих конструкциях применяется принудительная, естественная и смешанная циркуляции пароводяной смеси. В котлах-утилизаторах выбор способа циркуляции пароводяной смеси имеет свои особенности.

В большинстве случаев в технологических линиях место для установки котлов ограничено, поэтому с целью создания компактных поверхностей нагрева используют принудительную циркуляцию. Так, котлы мартеновской серии КУ-60-2, КУ-80-3,

КУ-40-1, КУ-100, КУ-125 и другие выполнены с принудительной циркуляцией. К принудительной циркуляции часто прибегают в случаях, когда имеются высокотеплонапряженные поверхности и цикличность нагрузки по теплу, например, в конвертерах сталеплавильных и конвертерах в цветной металлургии.

Для запыленных газов, учитывая, что размещение поверхностей нагрева диктуется необходимостью предотвращения заносов и износа металла труб, предпочтительна естественная циркуляция. Преимущество принудительной циркуляции (компактность поверхностей нагрева) теряет смысл, так как трубы должны располагаться в газоходах котла с большими зазорами по условиям устранения износа и заноса их золовыми частицами.

В других случаях должно отдаваться предпочтение естественной циркуляции. Имеющийся опыт и исследования надежности циркуляции в низких слаботеплонапряженных контурах, проведенные ЦКТИ, подтвердили ее надежность. При этом, исключаются циркуляционные насосы как объекты возможных аварий и сокращается расход электроэнергии на собственные нужды.

В каждом конкретном случае, когда речь идет о выборе котла-утилизатора для каких-либо других теплоносителей, выбор котла может быть сделан из существующего большого арсенала конструкций с учетом данных рекомендаций и после проверочных тепловых, аэродинамических и гидродинамических расчетов. Указанная работа, как правило, может быть выполнена отраслевой проектной организацией, отвечающей за правильность установки котла в технологической схеме по согласованию с заводом-изготовителем.

КОТЛЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Котел-утилизатор РК-12/14Ф

Котел-утилизатор РК-12/14Ф (рис. 1) радиационно-конвективный, с естественной циркуляцией, предназначен для охлаждения газов после вращающихся печей производства кормовых обесфторенных фосфатов и выработки подсушенного пара.

Котел-утилизатор РК-12/14Ф выполнен в газоплотном исполнении, в совмещенной компоновке. Внутри газоходов котла расположены испарительные ширмы и кипящий экономайзер. Для подсушки насыщенного пара используются боковые и задний экраны опускного газохода. Экранированные газоходы в верхней части подвешены через опорный пояс и шаровые опоры на каркас котла. Все поверхности нагрева котла-утилизатора дренируемы. Котел оснащен двухступенчатой системой испарения.

В солевой отсек, размещенный в барабане, подключены левый боковой экран и ширмы левого подъемного газохода, в чистый отсек — фронтовой, правый, задний, средние экраны и ширмы правого подъемного газохода. В солевом отсеке в качестве паросепарирующих устройств применены внутрибарабанные вертикальные циклоны диаметром 315 мм. В чистом отсеке в качестве первичного сепарационного устройства используется вертикальная жалюзийно-дроссельная стенка, а вторичного — потолочный жалюзийный сепаратор. Непрерывная продувка осуществляется из соленого отсека, питательная вода подводится в чистый отсек двумя потоками от водяного экономайзера.

Барабан котла-утилизатора диаметром 1544 мм с толщиной стенки 22 мм — сварной конструкции, выполнен из стали 20 и установлен на специальных роликовых опорах, закрепленных в верхней части каркаса котла. Фронтовой цельносварной газоход разделен при помощи цельносварных двухсветных экранов на три части. Газоплотные цельносварные панели выполнены из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20) с металлическими проставками из полосы. Шаг труб — 75 мм. В нижней части двухсветные экраны разведены в двухрядный фестон, а в верхней части образуют газоплотный потолок входной и средней частей.

В левой и правой подъемных частях газохода на боковых стенах установлены по семь испарительных ширм. Ширмы выполнены из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20).

Трубы фронтового экрана в месте подвода технологического газа разведены в фестон, а в нижней части в каждой из трех зон выполнены разводки под лазы. Трубы заднего экрана в месте разворота газов в экономайзер и пароперегреватель разведены в фестон с лазом.

Задний цельносварной газоход имеет три стенки, выполненные из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20) с металлическими проставками. Шаг труб — 100 мм. Торцы левой и правой стенок соединены с задним экраном фронтового газохода, который выполняет функцию четвертой стенки. Левая и правая стенки заднего газохода своими трубами образуют проемы для установки пакетов экономайзера, а в верхней части стенки образуют горизонтальный потолок.

В стенах заднего экрана выполнены разводки под установку обдувочных стационарных приборов, лазов и лючков, а в нижней части в зоне выхода технологических газов трубы разведены в двухрядный фестон с лазом.

С внешней стороны экранных труб по контуру предусмотрено два пояса жесткости и по одному поясу на фронтовом и заднем газоходах. Верхний пояс жесткости передает нагрузку от экранной системы через шаровые опоры на каркас. Остальные пояса обеспечивают жесткость газоходов, фиксацию от колебаний и температурных удлинений через пружинные упоры с шаром.

Конвективный пучок состоит из ширм, выполненных из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20) и расположен слева и справа в фронтовом цельносварном газоходе. Коллекторы ширм вынесены из зоны обогрева и подсоединены в нижней зоне к раздающим, а в верхней зоне к собирающим коллекторам. К раздающим коллекторам подведены от барабана опускные трубы, а от собирающих — подъемные трубы к барабану. Шаг труб в ширмах — 75 мм. Трубы ширм для придания им жесткости в трех местах соединены друг с другом плавниковыми проставками из металлической полосы. Крайняя труба ширмы закреплена в месте прохода боковой стенки и заварена для обеспечения газоплотности плавником.

В качестве пароперегревательных поверхностей в котле-утилизаторе используется задний прямоугольный газоход, у которого в задний экран подведен насыщенный пар из барабана по четырем трубам диаметром 108 мм в верхнюю камеру. В нижней камере подсушенный пар разделяется на два потока и по левой и правой стенкам заднего газохода поднимается навстречу потоку техноло-

Рис. 1. Котел-утилизатор РК-12/14Ф

гического газа и собирается в одну камеру диаметром 219 мм с толщиной стенки 16 мм, откуда отводится в сеть.

Водяной экономайзер выполнен из 10 пакетов, по пять пакетов с левой и правой сторон в заднем прямоугольном газоходе. Питательная вода разделена на два потока. Каждый поток введен в барабан от последнего пакета по трубам диаметром 57 мм с толщиной стенки 3,5 мм. Схема движения воды — противоточная. Пакет экономайзера состоит из 14 труб диаметром 28 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20). Шаг труб — 80 и 100 мм. Пакеты экономайзера опираются на балки круглого сечения диаметром 108 мм с ребрами жесткости внутри закрепленные сваркой к задним стенкам фронтового и заднего цельносварных газоходов, по две опоры на каждый пакет.

На экранной системе, конвективных пучках, пароперегревателе устройства для очистки поверхностей не предусмотрены. Очистка труб пакетов экономайзера осуществляется с помощью 10 обдувочных аппаратов типа ОН, которые установлены на заднем экране, по одному на каждый пакет.

Изоляция экранной системы состоит из слоя минераловатных матов толщиной 120 мм. Крепление матов к изолируемой поверхности производится при помощи штырей, которые привариваются к плавникам панелей. Снаружи вся поверхность штукатурится и покрывается стеклотканью. Лазы, лючки, бункер фронтового газохода изолируются шамотобетоном на глиноземистом цементе.

Котел-утилизатор снабжен контрольно-измерительными приборами для замера температуры и давления питательной воды, пара на выходе из котла и в барабане, а также устройствами для отбора проб пара и воды.

Котел поставляется транспортабельными блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	13,6
Давление перегретого пара, МПа абс.	1,4
Температура, °С:	
перегретого пара	210
питательной воды	104
газов:	
на входе в котел	790
на выходе из котла	210
Расход газов через котел, нм³/ч	40 000
Поверхность нагрева, м²:	
экранов	178,5
ширмовая	326
пароперегревателя	25
экономайзера	445
Запыленность газов, г/нм³	30
Аэродинамическое сопротивление, кПа	0,661
Габаритные размеры, м:	
длина	10,0
ширина	9,1
высота	26,2
Масса металлической части котла с арматурой, т	171,1

Котел-утилизатор КН-80/40

Котел-утилизатор КН-80/40 (рис. 2) предназначен для охлаждения нитрозных газов при производстве слабой азотной кислоты под давлением 0,43 МПа в агрегатах большой единичной мощности. Технологический газ, выходящий из двух контактных аппаратов с температурой 850° С под давлением 0,43 МПа, проходит двумя потоками параллельно через пароперегреватель и испарительные поверхности, расположенные в двух силовых корпусах, где охлаждается до температуры 300° С. Затем газы объединяются в один поток, и дальше охлаждение их осуществляется экономайзерной поверхностью. Экономайзер поглощает помимо физического тепла газа также и тепло реакции окисления окиси азота кислородом, содержащимся в газе.

Котел-утилизатор КН-80/40 — вертикальный, водотрубный, с многократной принудительной циркуляцией (МПЦ). Возможно использование котла в открытой компоновке.

Испарительная и пароперегревательная поверхности нагрева котла выполняются из двух половин каждая и компонуются соответственно в двух корпусах. Водяной экономайзер выполнен единым, общим для обеих половин котла.

Для обеспечения большей маневренности и надежности линии производства азотной кислоты принято разделение циркуляционных систем и паровых трактов с установкой двух барабанов и двух регуляторов перегрева. Два необогреваемых барабана наружным диаметром 1590 мм с толщиной стенки 36 мм и длиной 5450 мм выполнены из стали 20К. Каждый из барабанов имеет два отсека. В солевом отсеке размещены два внутрибарабанных циклона диаметром 290 мм, в чистом отсеке — 14 внутрибарабанных циклонов диаметром 290 мм, а в потолочной части барабанов — дырчатые листы и жалюзийные решетки. К чистым отсекам барабанов подключены контуры многократной принудительной циркуляции котла-утилизатора, к солевым — контуры естественной циркуляции регуляторов перегрева пара.

На каждом барабане имеется ряд штуцеров для отвода насыщенного пара, присоединения циркуляционных трубопроводов, подвода питательной воды и раствора фосфатов, подвода греющего пара (при растопках), установки предохранительных клапанов, водоуказательных колонок, автоматики и контрольно-измерительных приборов, а также для непрерывной продувки, отборов проб пара и воды. Каждый барабан устанавливается на двух подвижных опорах.

Экономайзер расположен в цилиндрическом корпусе внутренним диаметром 4000 мм и содержит два блока поверхностей нагрева, установленных один над другим. Каждый блок имеет плоские ограждающие стенки, состыкованные между собой при помощи соединительного короба, образующие один газоплотный квадратный газоход. Внутри газохода расположены змеевиковые поверхности нагрева с двумя входными и двумя выходными камерами. По высоте змеевики скреплены дистанционными гребенками и торцевыми листами, которые опираются на горизонтальные балки.

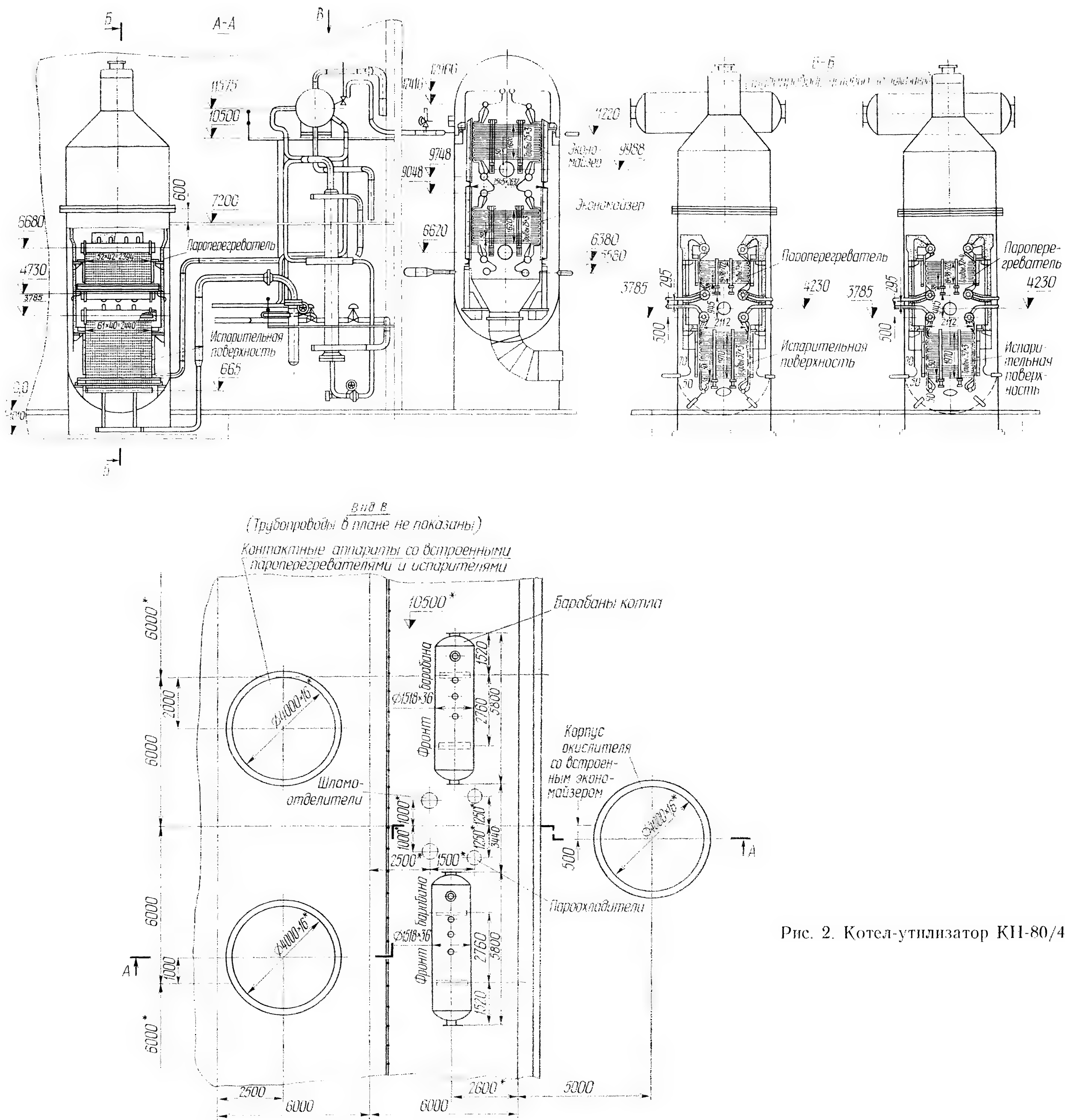


Рис. 2. Котел-утилизатор КН-80/40

По воде блоки соединены между собой последовательно, движение воды осуществляется снизу вверх.

Нитрозные газы входят в нижнюю часть полости, образуемой силовым корпусом и ограждающими стенками блоков (эта полость используется как окислительный объем). Поднявшись в верх этой полости, газы поворачивают на 180°, входят в межтрубное пространство и движутся сверху вниз.

Пароперегреватель и испарительная часть котла-утилизатора выполнены в виде отдельных блоков, размещенных друг над другом в одном цилиндрическом силовом корпусе внутренним диаметром 4000 мм. Верхний блок (первый по ходу газов) — пароперегреватель, нижний — испарительная часть. Оба блока имеют общий внешний корпус и индивидуальные плоские стенки. Ограждающие стенки блоков образуют квадратный газоход, размерами 2112×2112 мм, в котором размещены поверхности нагрева пароперегревателя и испарительной части. Ограждающие стенки крепятся на опорах внешнего корпуса.

Змеевики I и II ступеней пароперегревателя установлены чередуясь друг с другом и имеют шахматное расположение труб. Каждая ступень пароперегревателя содержит по одному входному и вы-

ходному коллектору диаметром 219 мм из стали 12Х1МФ. Змеевиковый пакет выполнен из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 4 мм (сталь 12Х1МФ). Продольный шаг труб — 38 мм, поперечный — 42 мм. Змеевики скреплены дистанционными гребенками и планками. Пароперегреватели I и II ступеней образуют единый блок.

Для регулирования температуры перегрева пара используется пароохладитель, работающий на котловой воде.

Испарительная часть котла содержит две входные и две выходные камеры диаметром 219 мм с толщиной стенки 16 мм и змеевиковый пакет, выполненный из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20). Расположение труб — коридорное, продольный шаг чередующийся — 50 и 70 мм, поперечный — 40 мм.

Котел снабжен необходимыми контрольно-измерительными приборами.

Котел поставляется транспортабельными блоками: испарительная поверхность нагрева, пароперегреватель, блоки экономайзера, барабаны с внутрибарабанными устройствами, пароохладители, детали трубопроводов в пределах котла, сепаратор непрерывной продувки, арматура в пределах котла.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	80
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0
Температура, °С:	
перегретого пара	440
питательной воды	150
Расход нитрозных газов, нм³/ч	200·10³
Температура нитрозных газов, °С:	
на входе в котел	850
на выходе из котла	200
Давление газов в котел, кПа изб.	4,69
Поверхность нагрева, м²:	
пароперегревателя из легированных труб	230,8
испарительных поверхностей	872
водяного экономайзера	940
Аэродинамическое сопротивление, кПа	14,7
Габаритные размеры, м:	
длина	19,0
ширина	15,0
высота до оси барабана	11,5
Сейсмичность района установки, балл	8
Масса металлической части котла с арматурой, т	206,6

Котел-утилизатор КН-85/40

Котел-утилизатор КН-85/40 (рис. 3) предназначен для охлаждения нитрозного газа и выработки перегретого пара в технологической линии типа АК-72М для получения слабой азотной кислоты.

Котел-утилизатор КН-85/40 водотрубного типа, барабанный, с многократной принудительной циркуляцией. В него входят два блока пароперегревателей, система циркуляционных и водоподводящих трубопроводов и паропроводов, арматура.

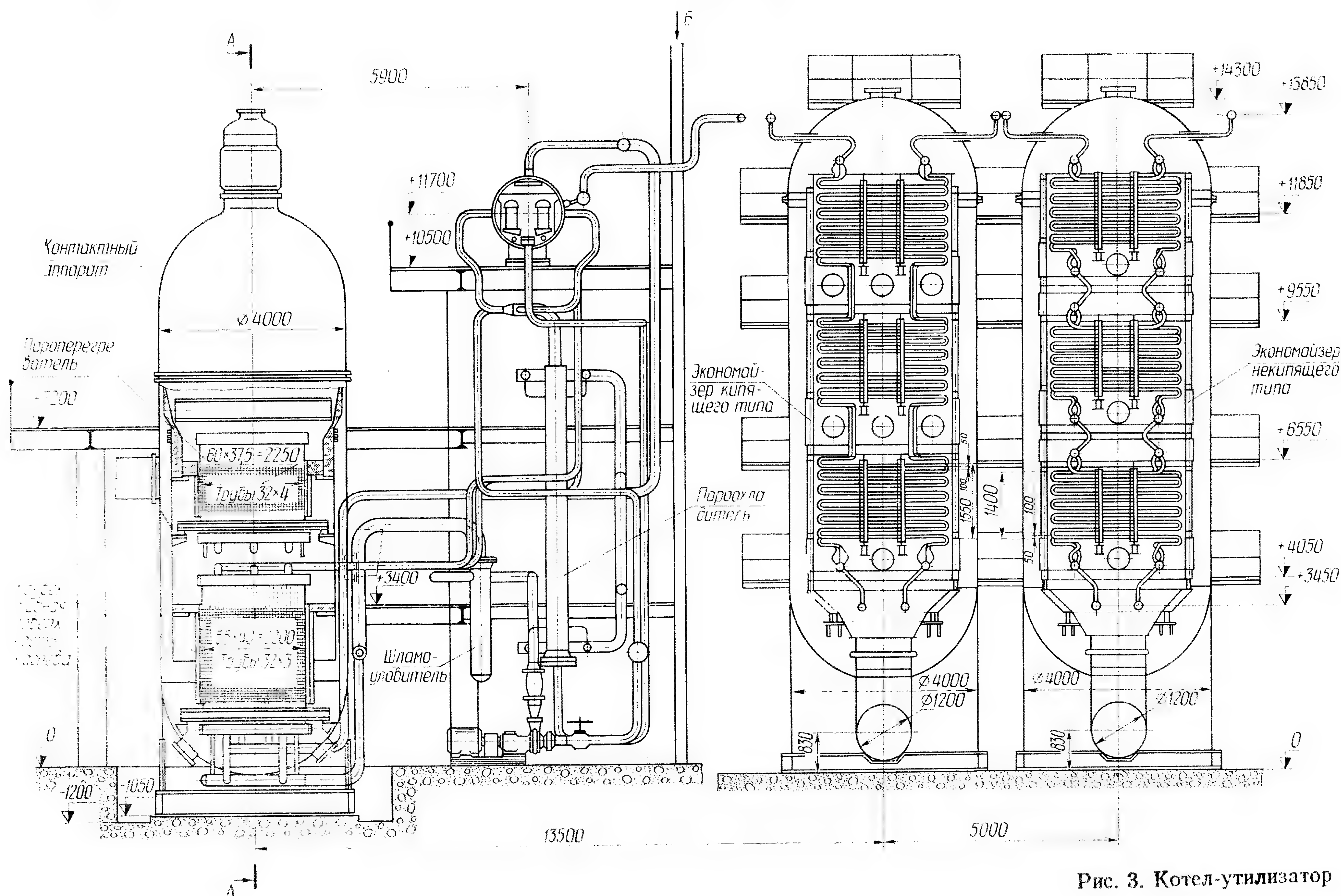
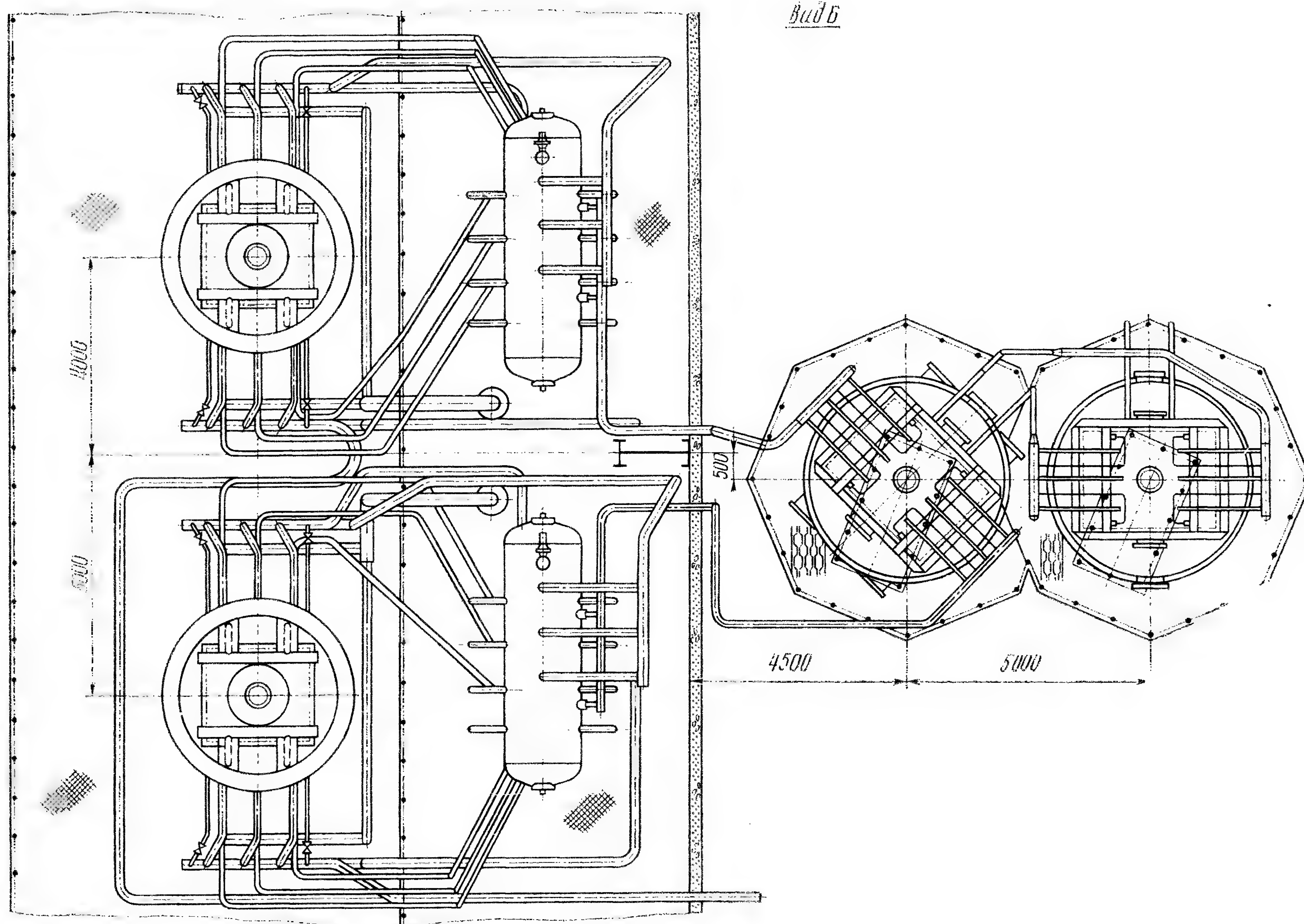
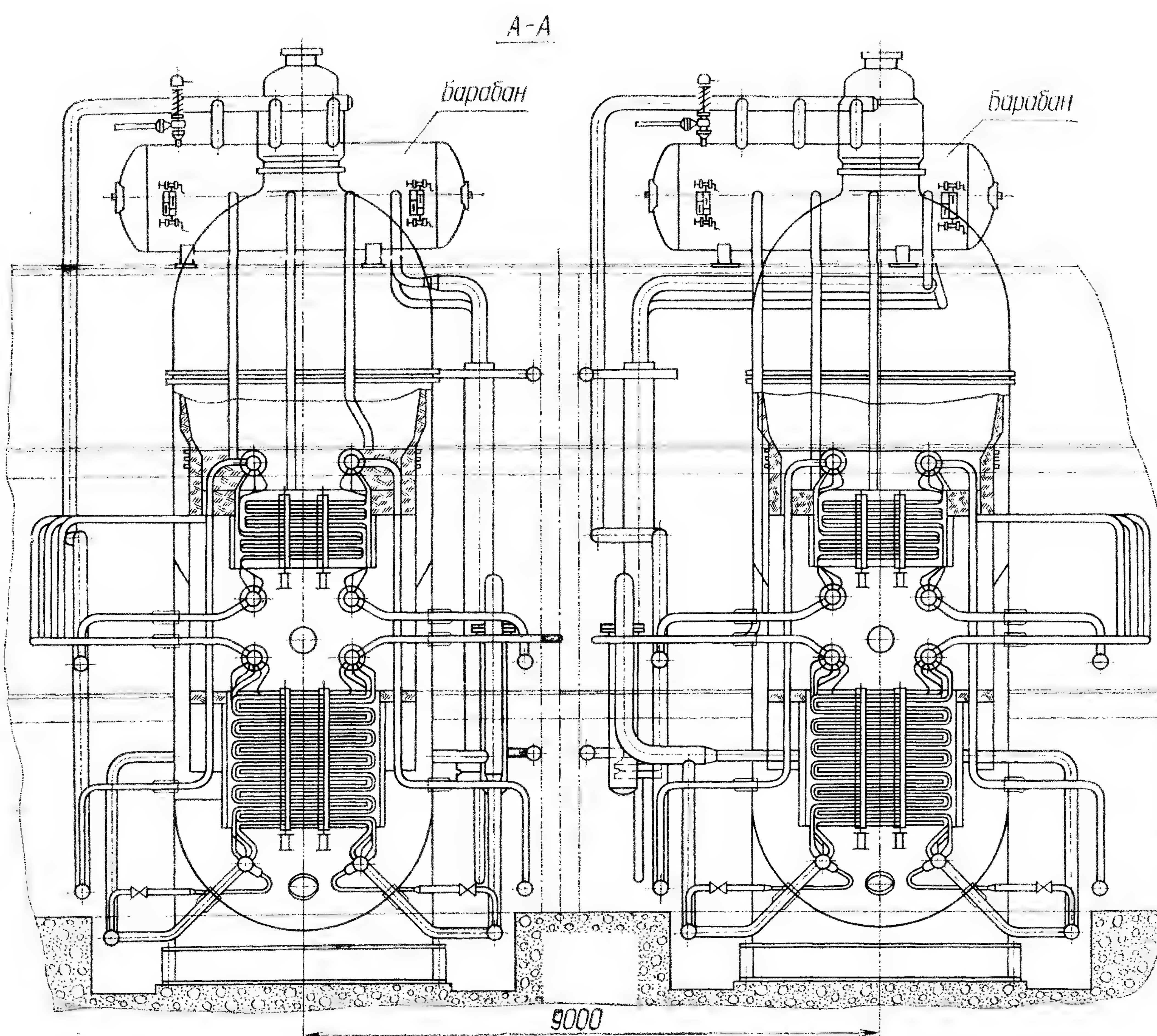


Рис. 3. Котел-утилизатор


Вид Б
4000
500
5500
4500
5000


А-А
Барабан
Барабан
9000

Пароперегреватели состоят из I и II ступеней, двух блоков испарительных поверхностей нагрева, двух барабанов с размещенными в них паросепарационными устройствами, двух экономайзеров — кипящего и некипящего. Пароперегреватели и испарительные поверхности размещаются в двух корпусах контактных аппаратов (реакторов окисления аммиака). Поверхности нагрева пароперегревателей выполнены из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 4 мм (сталь 12Х1МФ), коллекторы выполнены из труб диаметром 219 мм с толщиной стенки 16 мм (сталь 12Х1МФ). Коллекторы пароперегревателя расположены в газоходе котла и надежно изолированы от обогрева горячими газами. Змеевики испарительных поверхностей нагрева выполнены из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), коллекторы — из труб диаметром 219 мм с толщиной стенки 16 мм (сталь 20). Верхние коллекторы тоже надежно изолируются от обогрева горячими газами.

Поверхности нагрева экономайзеров также размещены в двух корпусах химических аппаратов (окислителей). Змеевики водяных экономайзеров выполнены из труб диаметром 28 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), коллекторы — из труб диаметром 159 мм с толщиной стенки 11 мм (сталь 20).

В котле организовано двухступенчатое испарение. Циркуляция котловой воды в испарительных поверхностях принудительная и осуществляется с помощью насосов НКУ-250. Циркуляционные контуры испарительных поверхностей включены в чистые отсеки барабанов и являются первой ступенью испарения.

Солевые отсеки барабанов образованы с помощью пароохладителей, работающих на котловой воде и образующих циркуляционный контур с естественной циркуляцией. Пароохладители включены в рассечку, то есть между первыми и вторыми ступенями пароперегревателей, и рассчитаны на относительно большое тепловосприятие.

При разработке конструкции учитывались следующие факторы: повышение паропроизводительности за счет более глубокого использования тепла реакции окисления NO в NO_2 и повышение надежности работы экономайзера. В связи с этим в котле-утилизаторе КН-85/40 по сравнению с котлом-утилизатором КН-80/40 дополнительно установлен экономайзер, что повышает паропроизводительность на 5 т/ч.

Экономайзерные поверхности нагрева изготовляются из труб диаметром 28 мм и толщиной стенки 3 мм, которые изгибаются «нахолодно» и термообрабатываются после изготовления для снятия остаточных напряжений. Этим повышается надежность змеевиков экономайзера, который работает в особо трудных условиях газовой среды, содержащей окислы азота.

Котел-утилизатор оснащен необходимой арматурой и трубопроводами в пределах котла, контрольно-измерительными приборами.

Котел поставляется транспортабельными блоками: испарительная поверхность нагрева, пароперегреватель, блоки экономайзера, барабаны с внутрибарабанными устройствами, пароохладители, детали трубопроводов в пределах котла, сепаратор непрерывной продувки, арматура в пределах котла.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	85
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0
Температура, °С:	
перегретого пара	440
питательной воды	160
нитрозных газов:	
на входе в котел	850
на выходе из котла	190
Расход нитрозных газов, нм³/ч	200·10³
Поверхность нагрева, м²:	
пароперегревателя из легированных труб	204
испарительных поверхностей	870
водяного экономайзера:	
кипящего типа	942
некипящего типа	870
Аэродинамическое сопротивление, кПа	17,6
Габаритные размеры, м:	
длина	22,5
ширина	13,0
высота до оси барабана	11,7
Сейсмичность района установки, балл	до 9
Масса металлической части котла с арматурой, т	224,8

Котел-утилизатор УС-2,6/39

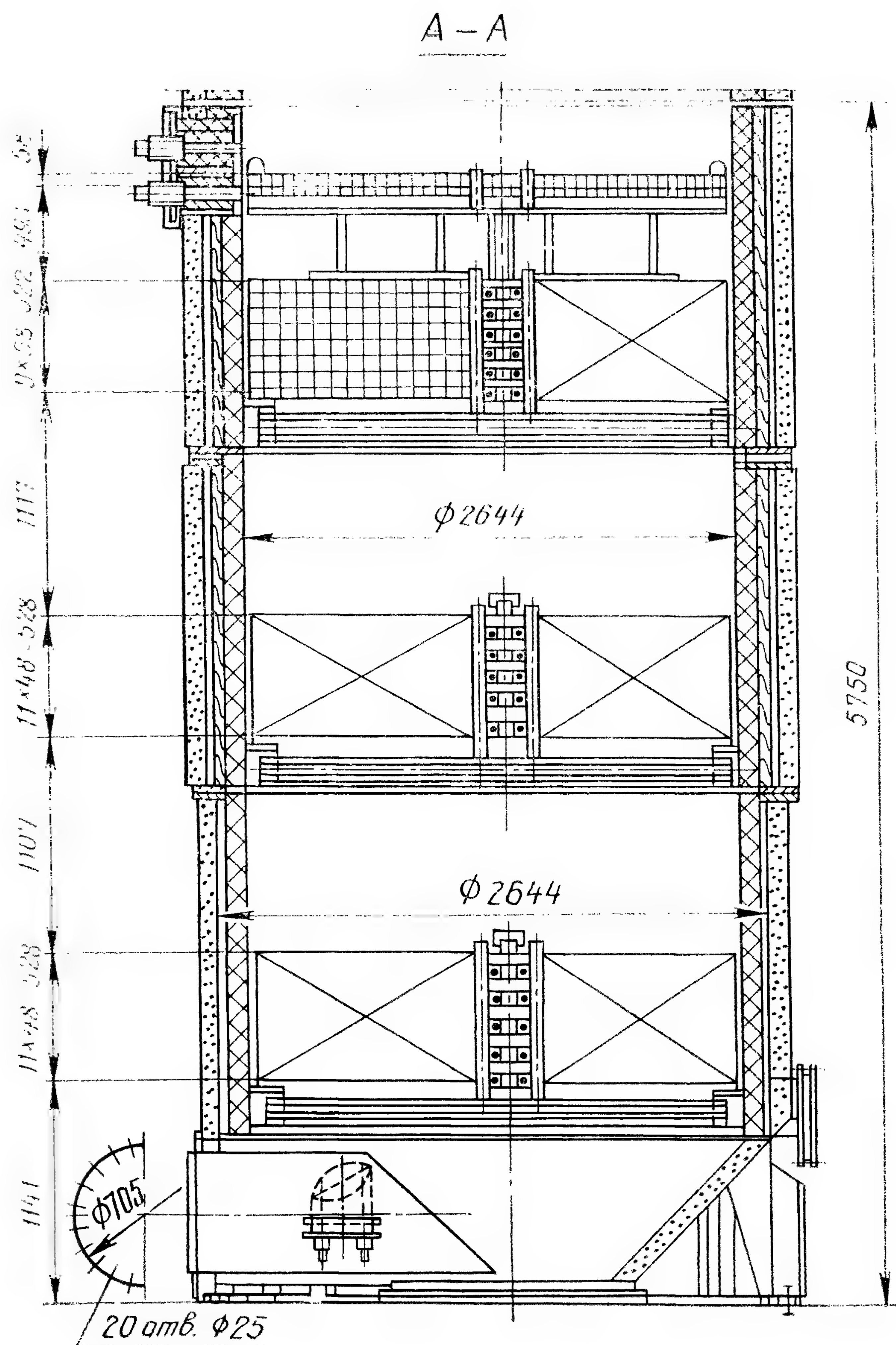
Спиральный конвективный котел-утилизатор УС-2,6/39 (рис. 4) предназначен для использования тепла нитрозных газов в схеме производства слабой азотной кислоты. Разработан для установки в закрытом помещении. Рассчитан на работу под разрежением. Сейсмичность района установки — 6 баллов.

Котел — прямоточный, спиральные поверхности нагрева расположены в вертикальном газоходе цилиндрической формы. Подвод газов — верхний. Газы последовательно омывают пароперегреватель, испарительную поверхность и экономайзер. Поверхности нагрева соединены последовательно и представляют собой пакеты, выполненные из двух параллельных спиральных витков труб. Испарительная поверхность и пароперегреватель выполнены из труб диаметром 42 мм с толщиной стенки 3,5 мм, материал испарительной поверхности — сталь 20, пароперегревателя — сталь 12Х1МФ. Экономайзер состоит из двух пакетов, выполненных из труб диаметром 32 с толщиной стенки 4 мм (сталь 20).

Питание котла производится конденсатом с небольшой добавкой химически очищенной деаэрированной воды. Пароводяная смесь из испарительного пакета поступает в двухступенчатый горизонтально-пленочный сепаратор. Пар из сепаратора направляется в пароперегреватель.

Корпус котла-утилизатора — цилиндрический, состоит из трех секций, соединенных фланцами. Каждая секция имеет свой каркас и обшивку, облегченную обмуровку и опоры под соответствующую поверхность нагрева.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами.



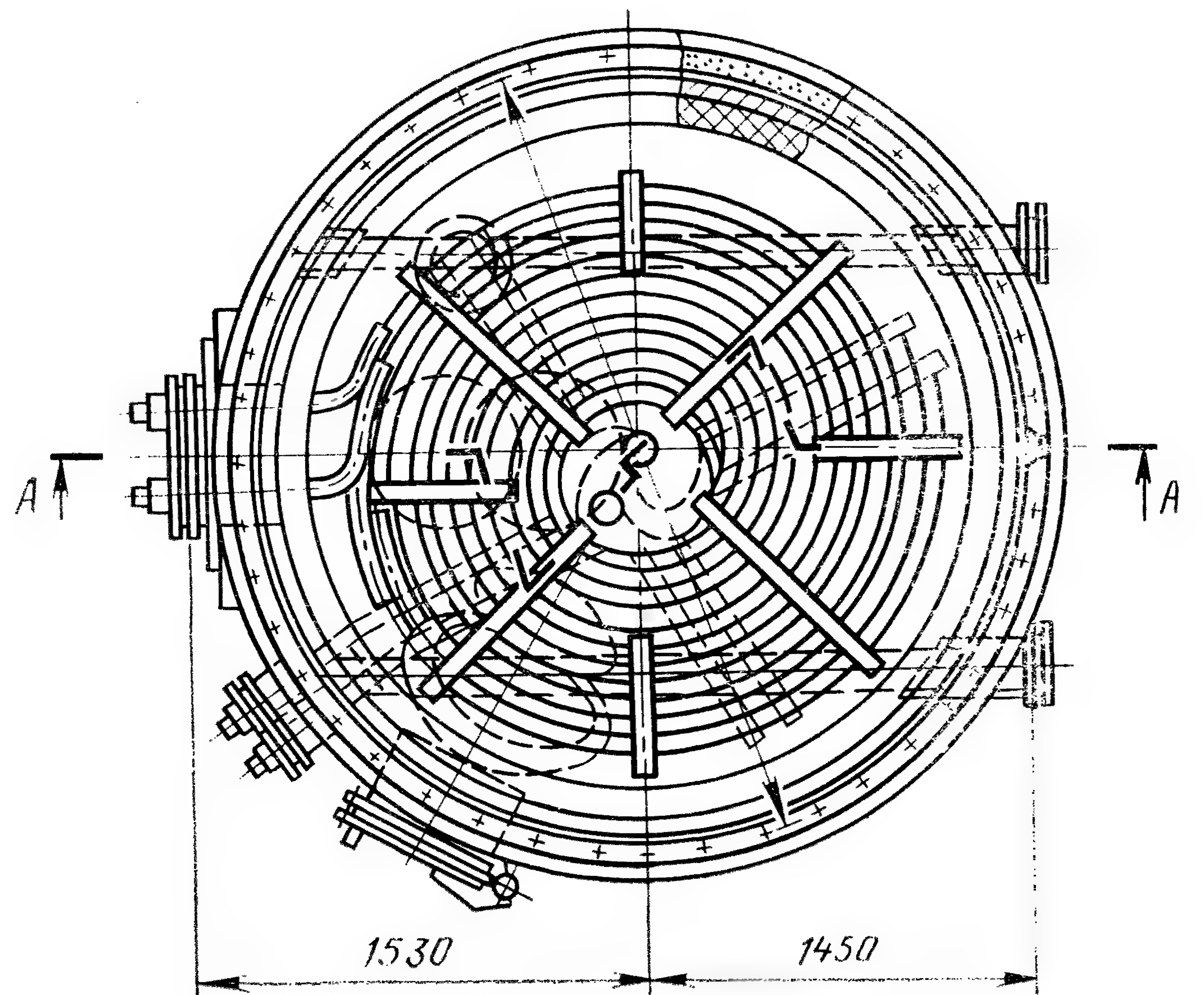


Рис. 4. Котел-утилизатор УС-2,6/39

Питание котла автоматизировано.

Котел поставляется транспортабельными блоками: пакеты экономайзера, котла и пароперегревателя, корпус котла, сепараторная установка, растопочный сепаратор, фильтры, устройство для отбора проб пара и воды, арматура.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	2,6
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0
Температура, °С:	
перегретого пара	450
питательной воды	130
газов:	
на входе	800
на выходе	165
Расход газов, нм³/ч	8500
Поверхность нагрева, м²:	
пароперегревателя из легированных труб	18
испарительной части	98,5
экономайзера	250
Аэродинамическое сопротивление, кПа	0,294
Габаритные размеры, м:	
длина	3,0
ширина	3,0
высота	5,8
Масса металлической части котла, т	22,0

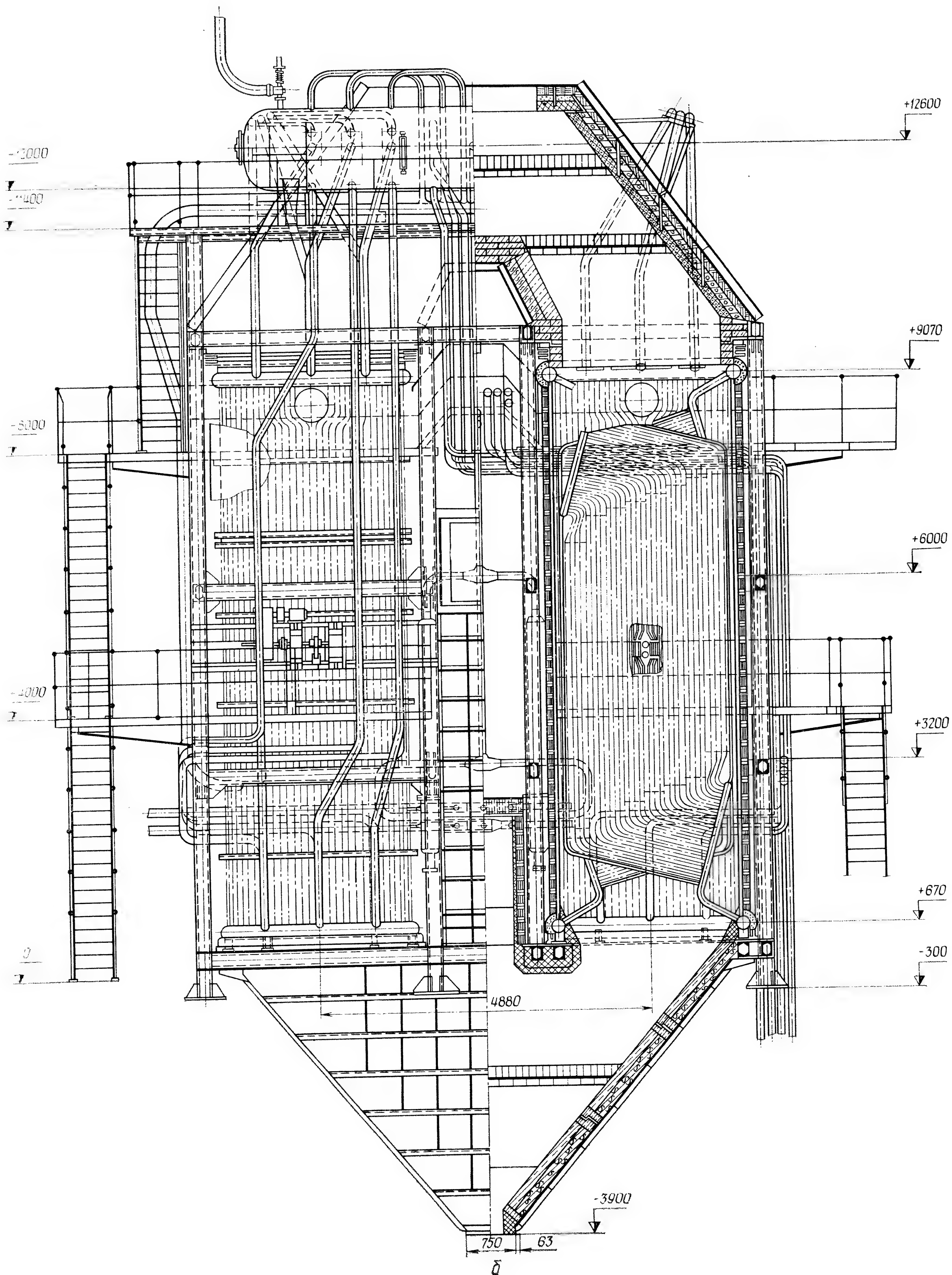
Котлы энерготехнологические КС-200 ВТКУ-М, КС-450 ВТКУ-М*

Котлы энерготехнологические КС-200 ВТКУ-М, КС-450 ВТКУ-М (рис. 5, 6, табл. 2) устанавливаются за печами обжига серного колчедана в кипящем слое производительностью 200 и 450 т/сут. Разработаны для установки в закрытом помещении. Рассчитаны на работу под разрежением. Сейсмичность района установки котлов — 8 баллов.

Котлы — однобарабанные, водотрубные, с естественной циркуляцией, выполнены в виде радиационно-конвективной цельносварной шахты с набором испарительных ширм. Испарение — двухступенчатое. В солевой отсек включены испарительные элементы, расположенные в кипящем слое печи, в чистый отсек — испарительный блок с набором ширм. Барабан котла — сварной, внутренним диаметром 1214 мм с толщиной стенки 26 мм (сталь 20К). В чистом отсеке барабана установлена жалюзийно-дроссельная стенка, в солевом -

* Находятся в стадии разработки.

Рис. 5. Котел энерготехнологический
а — поперечный разрез;



... КС-450 ВТКУ-М:
...ский ... б — продольный разрез
... разрез; ... —1494

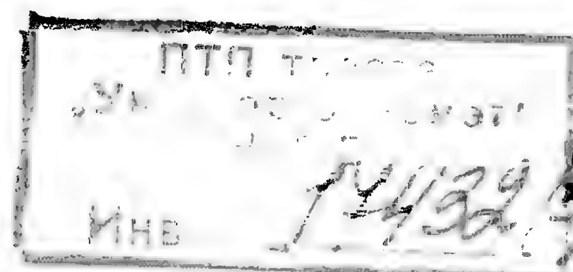


Рис. 6. Котел энерготехнологический КС-200 ВТКУ-М

Таблица 2

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КС-200 ВТКУ-М	КС-450 ВТКУ-М
Паропроизводительность, т/ч	11	25
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0	4,0
Производительность печи, т/сут.	200	450
Температура, °С:		
перегретого пара	440	440
питательной воды	100	100
газов:		
на входе	900	900
на выходе	450	450
Расход газов через котел, нм³/ч	20 000	44 000
Поверхность нагрева, м²:		
блоков испарительных с ширмами	416,5	833
блоков испарительных в кипящем слое печи	19,3	38,6
блоков пароперегревателя	20	35
Сечение для прохода газов, м²	6	12
Габаритные размеры, м:		
длина (по осям колонн)	5,08	8,26
ширина (по осям колонн)	3,25	4,95
высота	13,27	13,91
Масса металлической части котла, т	70	125,6

внутрибарабанные сепараторы. В качестве вторичных сепарационных устройств применяются жалюзийные сепараторы с дырчатыми листами. Радиационно-конвективная цельносварная шахта (для КС-450 ВТКУ-М две шахты) выполнена из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 100 мм, соединенных двумя замкнутыми по периметру коллекторами диаметром 219 с толщиной стенки 16 мм (сталь 20).

Каждая испарительная ширма выполнена из двух вертикально расположенных коллекторов диаметром 108 мм с толщиной стенки 8 мм (сталь 20), соединенных между собой 32 трубами диаметром 32 мм с толщиной стенки 4 мм и двумя окаймляющими трубами диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20) и присоединенных к замкнутым коллекторам шахты. Испарительные охлаждающие элементы, расположенные в кипящем слое, выполнены из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 6 мм (сталь 20).

Пароперегреватель — двухступенчатый, расположен в кипящем слое. Регулирование температуры перегрева пара осуществляется поверхностным пароохладителем (для КС-450 ВТКУ-М двумя пароохладителями), установленным «в рассечку».

Змеевики пароперегревателя расположены горизонтально и выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 6 мм (сталь 12Х1МФ).

Каркас котла — металлический, сварной. Обмуровка выполнена из диатомитового и шамотного кирпича и шамотобетона, а теплоизоляция — из минеральной ваты.

В котлах применяется ударная очистка с размещением штанг в центральной части ширм на максимальном удалении от места ввода их в коллекторы испарительного блока.

Котлы снабжены необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами.

Питание котлов автоматизировано.

Котлы поставляются транспортабельными блоками.

Энерготехнологический котел СЭТА-Ц-100-1М (рис. 7) предназначен для установки в технологической линии получения серной кислоты из элементарной серы. Разработан для установки в закрытом помещении или под навесом, рассчитан на работу под наддувом 0,123 МПа абс. Сейсмичность района установки — 6 баллов.

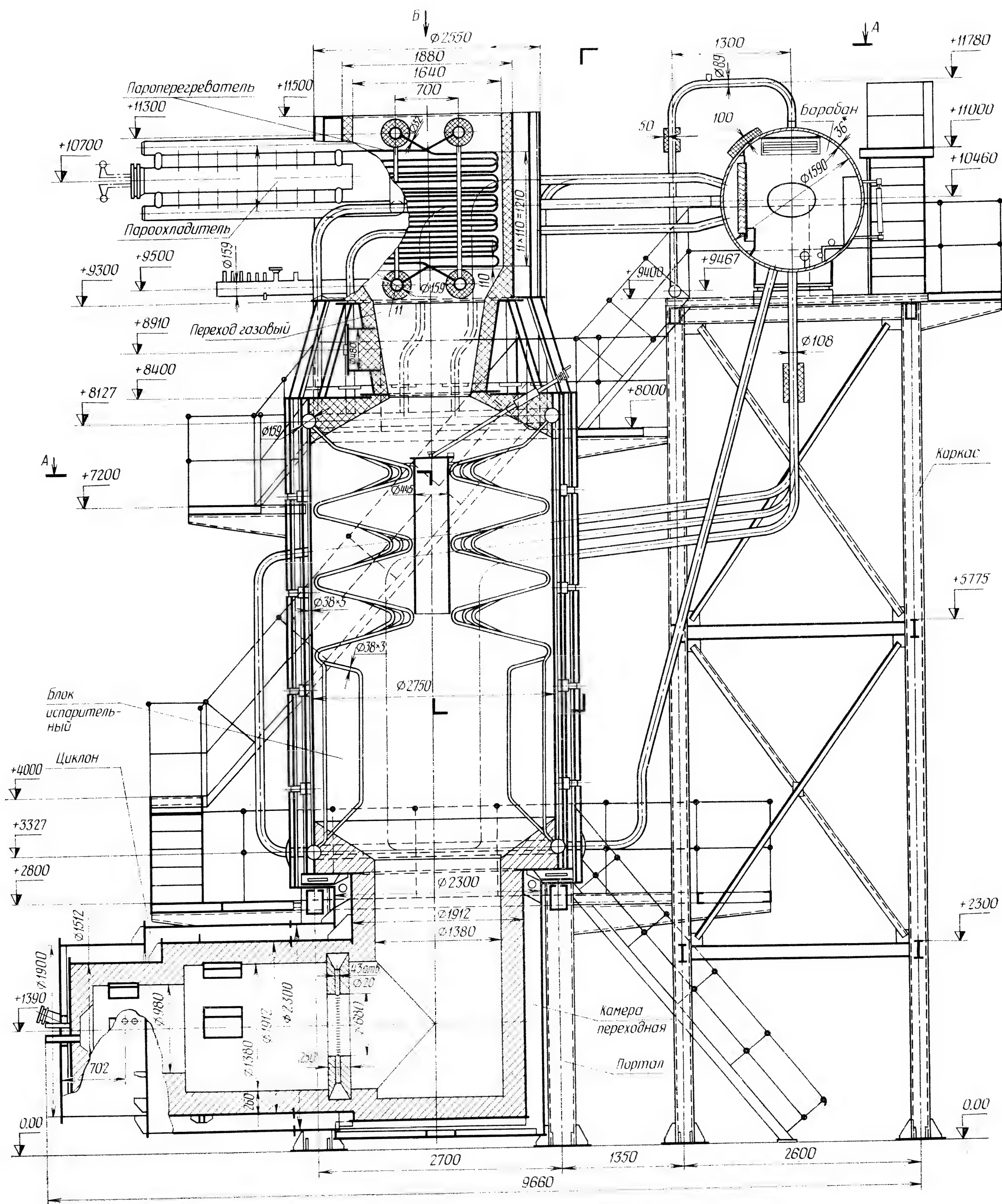
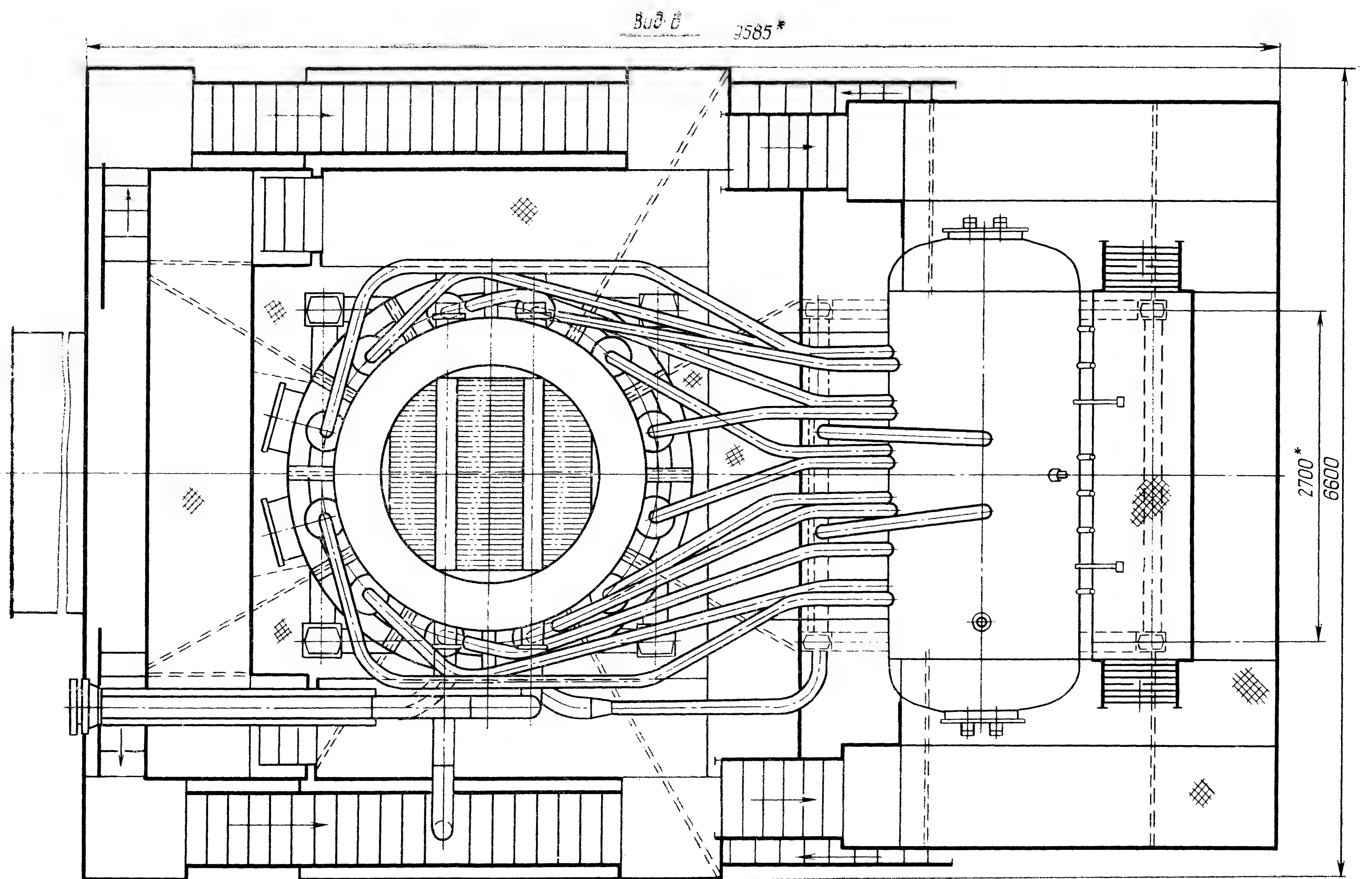
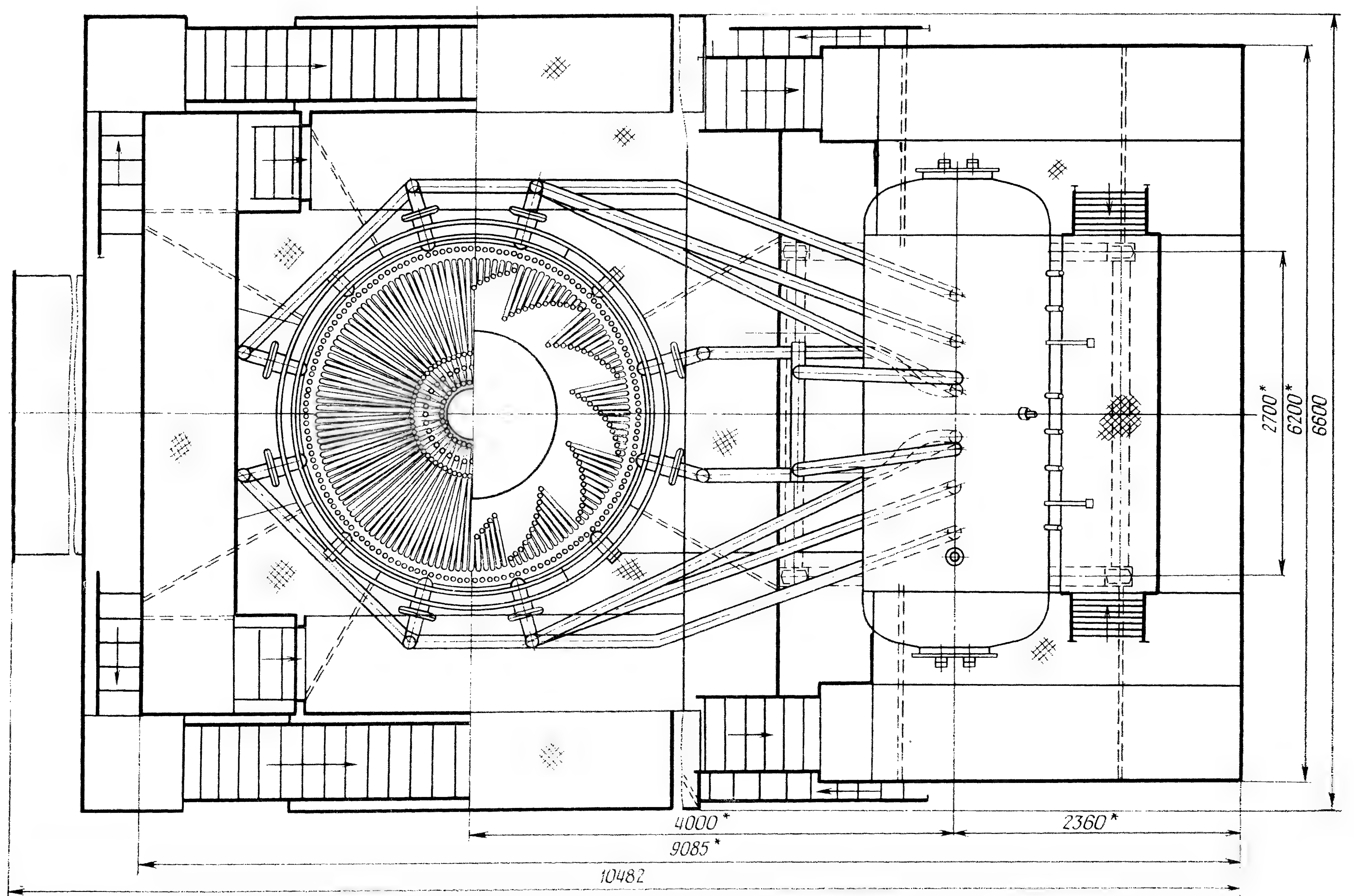


Рис. 7. Котел энерготехнологический





СЭТА-Ц-100-1М

Котел энерготехнологический СЭТА-Ц-100-1М

Котел с естественной циркуляцией, водотрубный, цельносварной, вертикальный с горизонтальной циклонной топкой. Испарение — двухступенчатое, в контур циркуляции второй ступени испарения включена 1/4 часть поверхности испарительного блока. Барабан — цельносварной внутренним диаметром 1500 мм с толщиной стенки 36 мм (сталь 20К). Внутри барабана, в торцевой части, выделен солевой отсек. В качестве сепарационных устройств в чистом отсеке барабана применена жалюзийно-дроссельная стенка, в солевом — внутрибарабанный циклон. Паросепарационное устройство выполнено в виде дырчатого листа и жалюзи.

Камера охлаждения и конвективный испарительный пучок выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 и 3 мм соответственно (материал — сталь 20). Пилообразные испарительные змеевики образуют окно, которое закрывается байпасной пробкой из стали Х25Т. Байпасирование газов осуществляется открытием заслонки на байпасной пробке.

Трубы конвективного пучка в районе камеры охлаждения имеют вертикальные участки, которые образуют 12 серповидных в горизонтальном сечении ширм. Цельносварной экран образован 24 плоскими панелями и является ограждением испарительного блока.

Испарительный блок котлов, пароперегреватель и циклонная топка имеют обшивку, под которой циркулирует воздух, идущий на горение.

Барабан котла установлен на металлическом каркасе сварной конструкции, испарительный блок и пароперегреватель опираются на портал. Пароперегреватель — двухступенчатый, расположен в верхней части котла. Регулирование температуры пара осуществляется поверхностным пароохладителем, установленным в рассечку.

Первая ступень пароперегревателя выполнена из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), вторая ступень из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 15ХМ). Змеевики пароперегревателя образуют конвективный пакет, опирающийся на камеры диаметром 159 мм с толщиной стенки 11 мм (сталь 20 и 12Х1МФ).

Котел может поставляться с пароперегревателем и без него. Пароперегреватель, по усмотрению проектной организации, может устанавливаться за котлом или за контактным аппаратом линии получения серной кислоты.

Циклон и переходная камера обмурованы шамотным кирпичом. Сжигание серы производится с коэффициентом избытка воздуха $\alpha=1,3$.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Питание котла автоматизировано.

Котел поставляется транспортабельными блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	11,3
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0
Расход серы, т/сут.	100
Расход газов, нм³/ч	18 360
Температура, °С:	
воздуха на входе в котел	30/200
перегретого пара	375/410
питательной воды	104
уходящих газов	411
Поверхность нагрева, м²:	
испарительной части	170
пароперегревателя	75
Габаритные размеры, м:	
длина	9,6
ширина	6,6
высота (по оси барабана)	10,46
Масса металлической части котла, т	48,7

Котел энерготехнологический СЭТА-Ц-100-2М

Энерготехнологический котел СЭТА-Ц-100-2М (рис. 8) предназначен для установки в технологической линии получения серной кислоты из элементарной серы по короткой схеме с одинарным контактированием. Разработан на базе энерготехнологического котла СЭТА-Ц-100-1М. Может устанавливаться в открытой или закрытой компоновке. Рассчитан на работу под наддувом 0,123 МПа. Сейсмичность района установки — 8 баллов.

Котел с естественной циркуляцией, водотрубный, цельносварной, вертикальный с горизонтальной циклонной топкой. Испарение — двухступенчатое, в контур циркуляции II ступени испарения включена 1/4 часть поверхности испарительного блока. Барабан — цельносварной, внутренний диаметр — 1500 мм, толщина стенки — 36 мм (сталь 20К). Внутрибарабанное устройство унифицированного типа: жалюзийно-дроссельная стенка — в чистом отсеке и внутрибарабанный циклон — в солевом отсеке, расположенном в торце барабана. Паросепарационное устройство выполнено в виде дырчатого листа и жалюзийных пакетов.

Камера охлаждения и конвективный испарительный пучок выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 и 3 мм соответственно (материал — сталь 20). Трубы конвективного пучка в районе камеры охлаждения имеют вертикальные участки, которые образуют 12 серповидных в горизонтальном сечении ширм. В верхней части трубы конвективного пучка образуют окно, которое закрывается байпасной пробкой из стали Х25Т.

Байпасирование газов осуществляется открытием заслонки на байпасной пробке. Цельносварной экран (ограждение испарительного блока) образо-

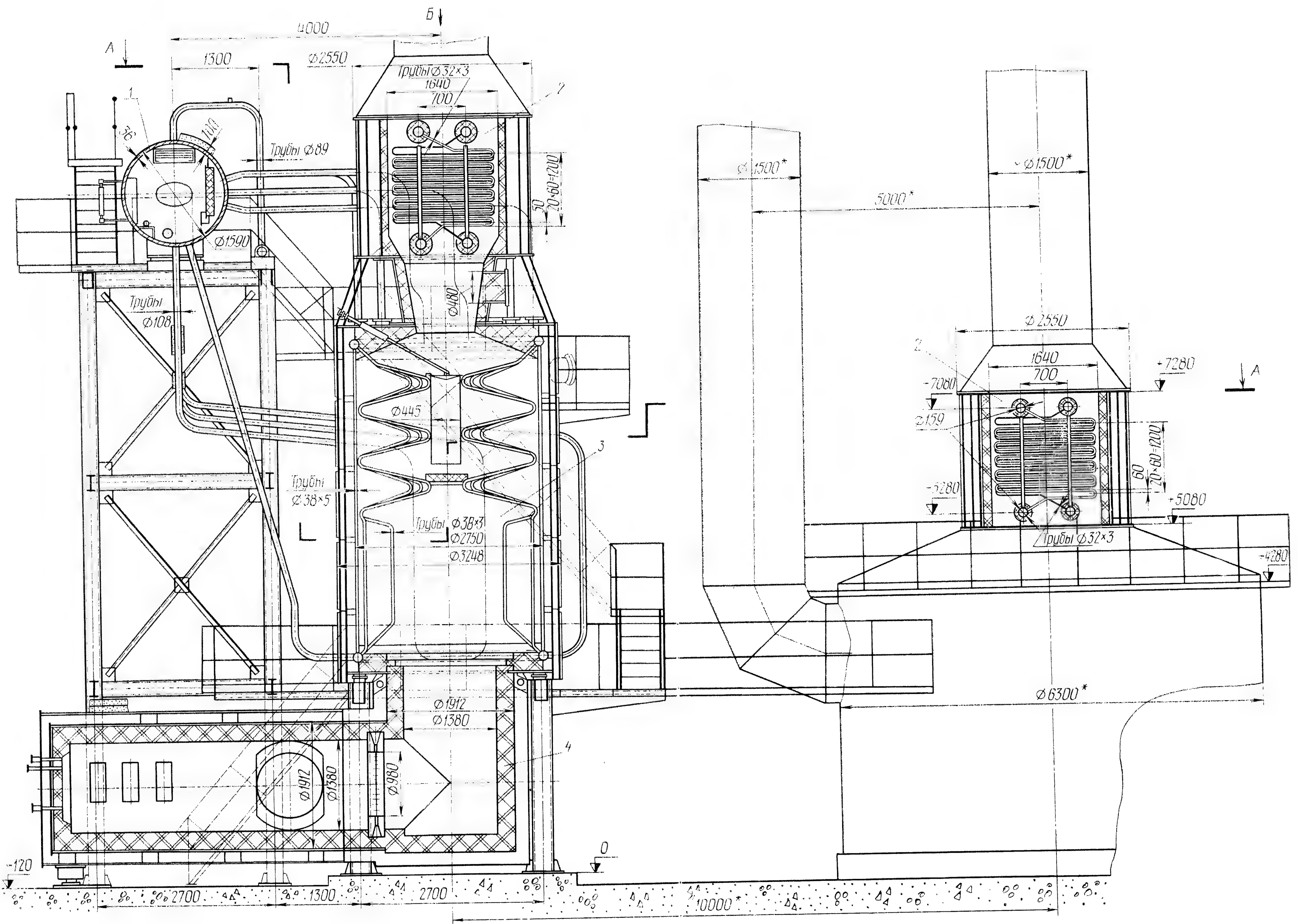
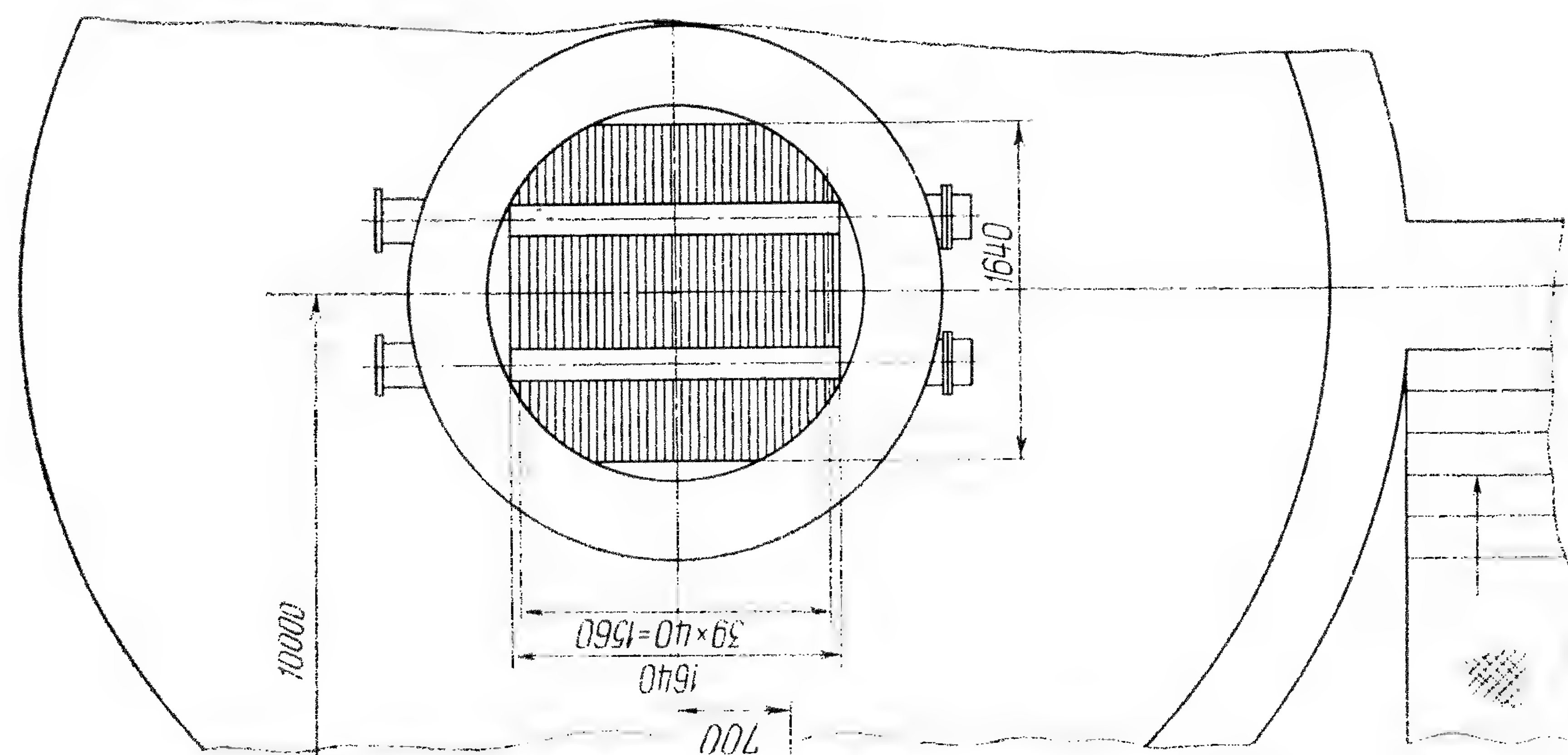
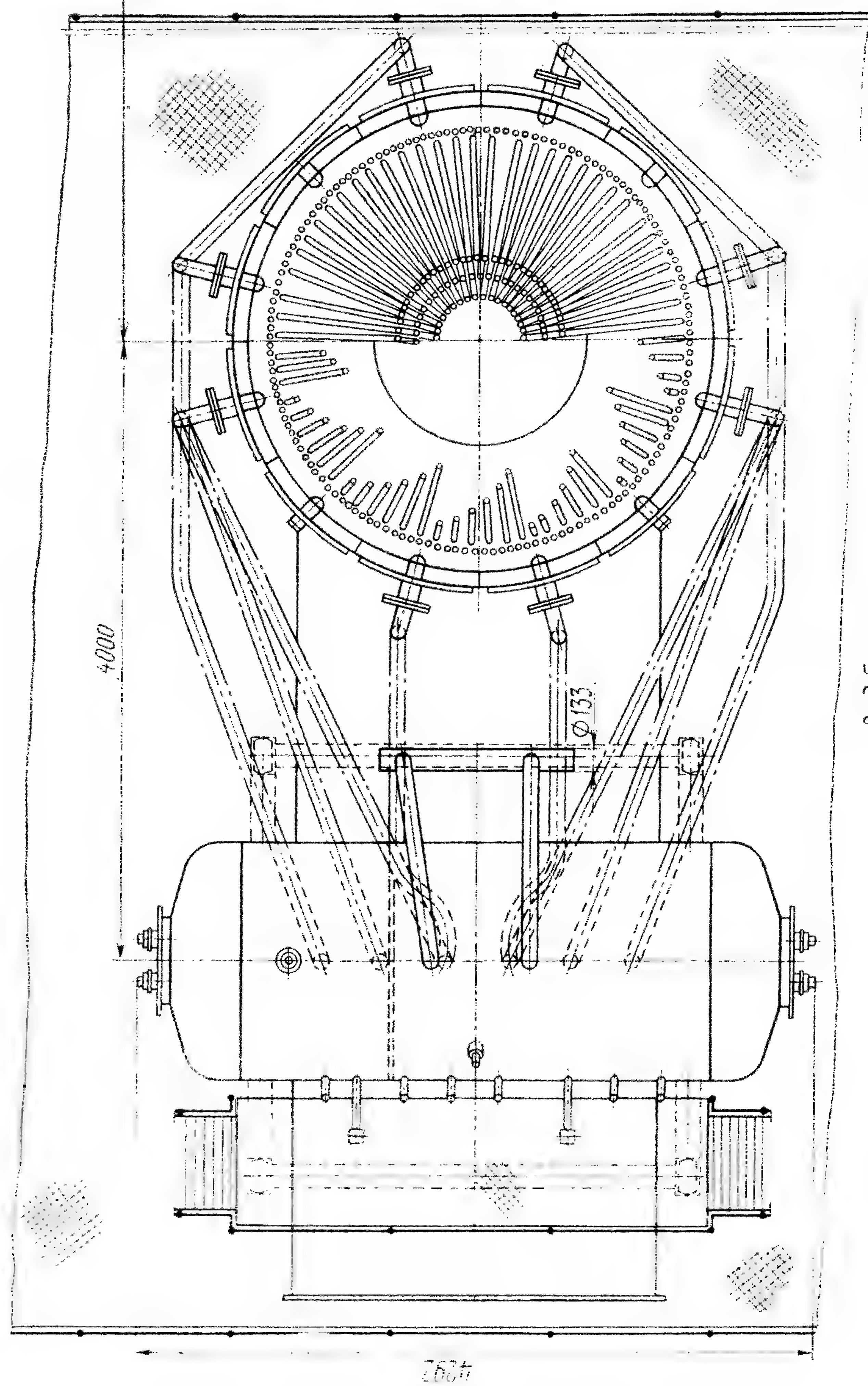


Рис. 8. Котел энерготехнологический СЭТА-Ц-100-2М:

1 — барабан; *2* — пароперегреватель; *3* — испарительный блок; *4* — камера переходная





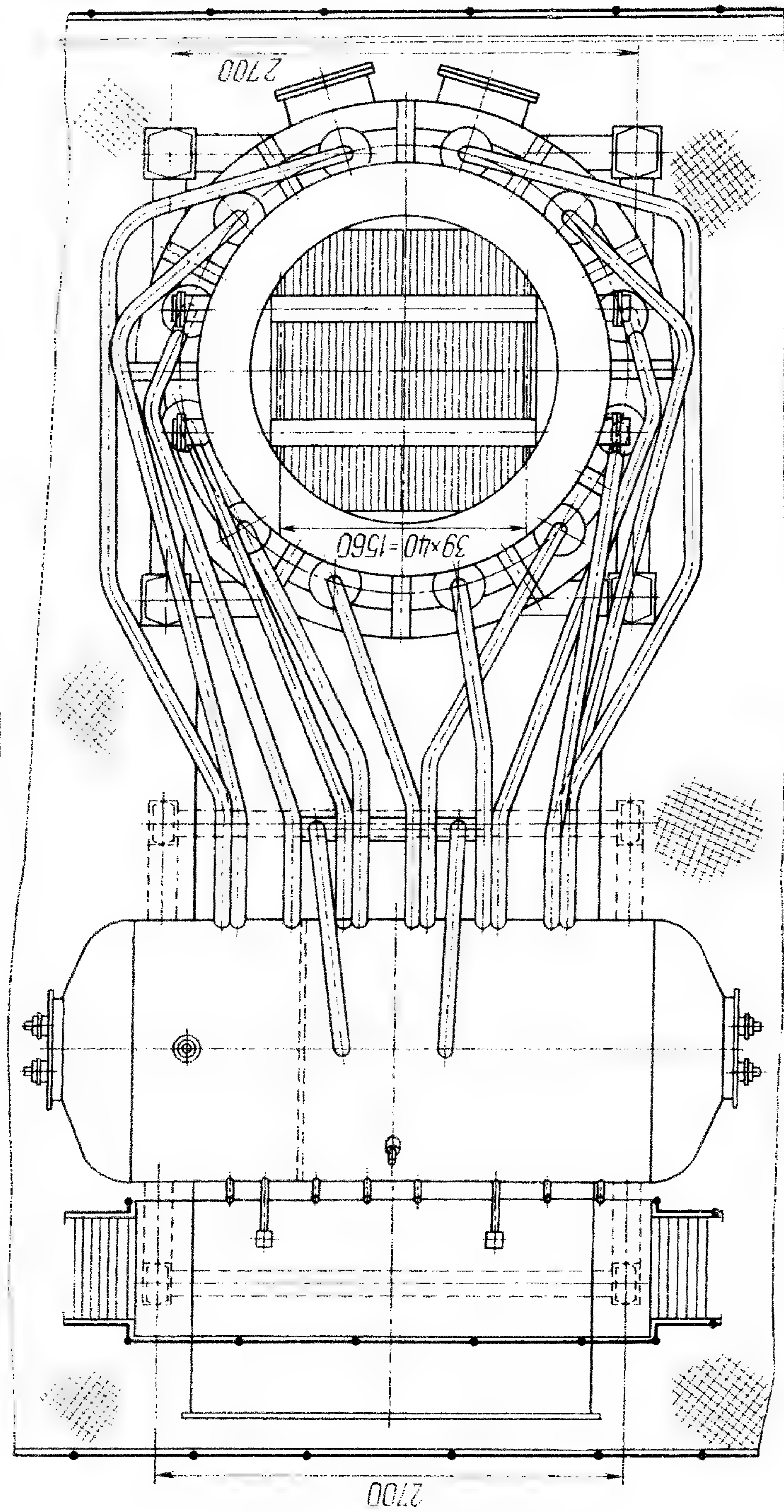


Рис. 8. Котел энерготехнологический СЭТА-Ц-100-2М (продолжение)

..: 24 плоскими панелями, сваренными машинной ..аркой. Испарительный блок котла, пароперегре..тель и циклонная топка имеют обшивку, под ко..рой циркулирует воздух, идущий на горение. Ба..бан котла установлен на металлическом каркасе ..арной конструкции, испарительный блок и пер..ая ступень пароперегревателя опираются на ..ртал.

Пароперегреватель котла — двухступенчатый. ..ервая ступень пароперегревателя выполнена из ..уб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм ..таль 15ХМ) и расположена в верхней части ..тла. Вторая ступень имеет аналогичную кон..трукцию и устанавливается после первого слоя ..нтактного аппарата линии получения серной кис..ты. Коллекторы обеих ступеней пароперегрева..теля изготовляют из трубы диаметром 159 мм с ..лщиной стенки 12 мм (сталь 12Х1МФ). Нижние ..ары коллекторов выполняют функции несущих ..алок.

Циклонная топка и переходная камера котла ..бмурованы шамотным кирпичом. Сжигание серы ..роизводится с коэффициентом избытка воздуха ..=2, что ведет к существенному удлинению срока ..лужбы обмуровки.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами и средствами тепловой защиты.

Питание котла автоматизировано.

Котел поставляется транспортабельными блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	13,1
Давление перегретого пара, МПа абс.	40
Расход серы, т/сут.	100
Расход газов, нм³/ч	26 960
Температура, °С:	
горячего воздуха	400
перегретого пара	440
питательной воды	104
уходящих газов	490
Поверхность нагрева, м²:	
испарительной части	170
пароперегревателя	150
Габаритные размеры, м:	
длина	9,7
ширина	6,2
высота (по оси барабана)	10,46
Масса металлической части котла, т	52,4

Котел энерготехнологический ПКС-Ц-10/40

Котел энерготехнологический ПКС-Ц-10/40 (рис. 9) предназначен для сжигания сероводорода и охлаждения продуктов сгорания. Разработан для установки в закрытом помещении. Рассчитан на работу под наддувом 0,112 МПа. Сейсмичность района установки — 6 баллов.

Котел — двухбарабанный, с естественной циркуляцией, с поворотом газов в горизонтальной плоскости. Топочная камера объемом 11,8 м³ экранирована трубами диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм с шагом 150 мм на задней стене и ..5 мм — на боковых. На фронтовой неэкранированной стене установлена циклонная топка для сжигания сероводорода. Топочная камера отделена от конвективного газохода газоплотной цельносварной перегородкой, выполненной из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20). В перегородке имеется окно для прохода газов в кипятильный пучок и пароперегреватель.

Испарение — двухступенчатое. Первой ступенью служит чистый отсек барабана, второй — солевой отсек. Верхний и нижний барабаны выполнены из стали 20К. Внутренний диаметр верхнего барабана — 992 мм, толщина стенки — 36 мм, внутренний диаметр нижнего барабана — 804 мм, толщина стенки — 30 мм. В верхнем барабане устанавливается паросепарационное устройство в виде дырчатого листа и жалюзи. Кипятильный пучок выполнен из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки .. мм (сталь 20).

Пароперегреватель — конвективный, одноступенчатый, с горизонтальным расположением змеевиков, изготовленных из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20 и сталь 15ХМ). ..н установлен за кипятильным пучком и выполнен .. схеме с перекрестным током.

Для обеспечения газовой плотности котел имеет двухслойную обшивку, внутри которой под давлением проходит воздух, поступающий затем в циклон. Каркас котла и обшивка рассчитаны на избыточное давление в газоходах до 11,8 кПа. Обмуровка котла выполнена из шамотного фасонного легковесного кирпича.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами.

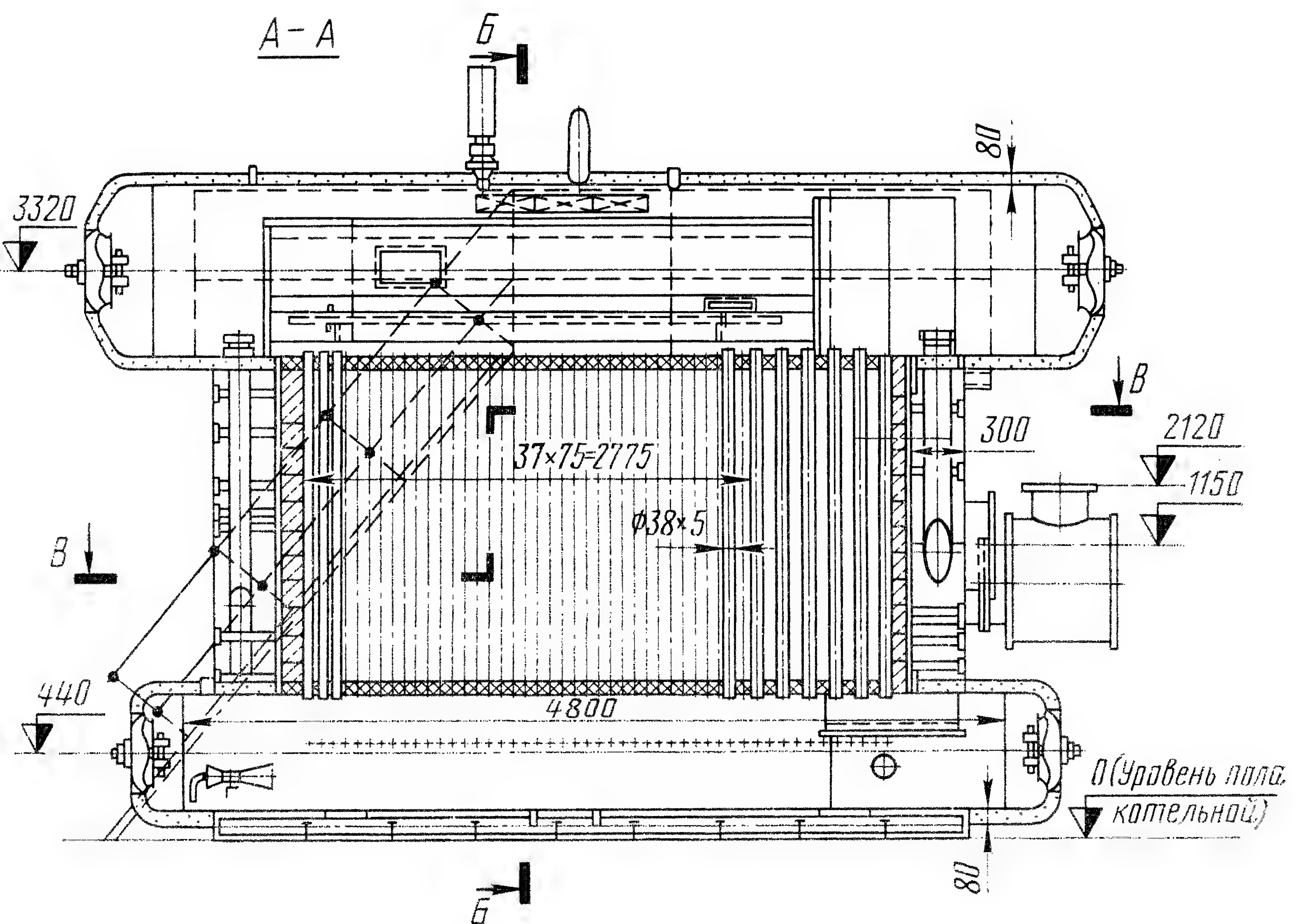
Питание котла автоматизировано.

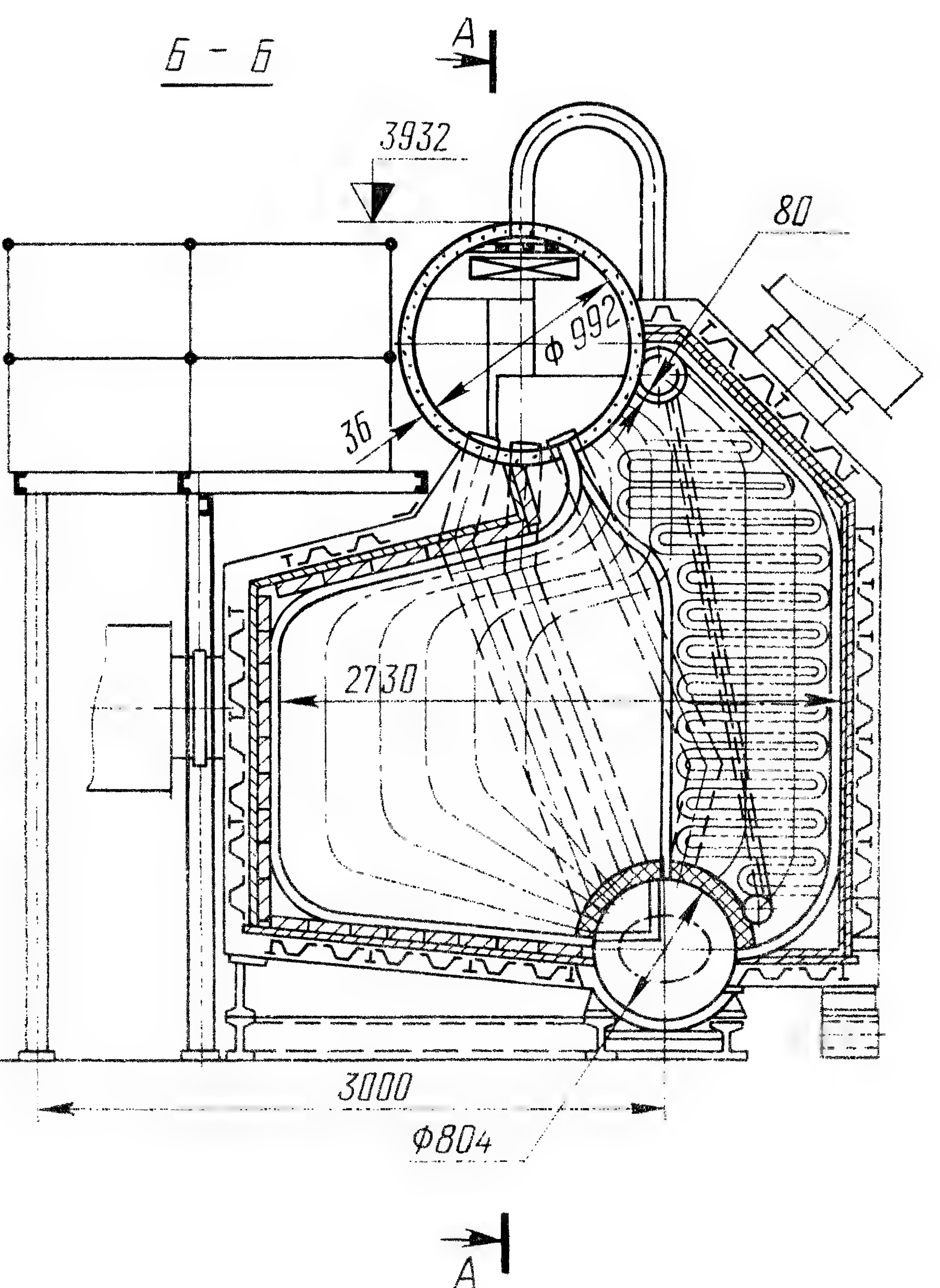
Котел поставляется транспортабельными блоками: трубная система, барабаны, внутрибарабанное устройство, опоры, пароперегреватель, обшивка, циклон, взрывные клапаны, трубопровод в пределах котла, арматура, помосты и лестницы.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	9,5
Давление, МПа:	
перегретого пара	4,0
газов	0,112
Температура, °С:	
перегретого пара	354
питательной воды	104
газов:	
в топке	1767
уходящих	589
Расход сжигаемых газов, нм³/ч	1600
Поверхность нагрева, м²:	
экранов	30,4
кипятильного пучка	49,6
пароперегревателя	23,2
Аэродинамическое сопротивление, кПа	5,03
Габаритные размеры, м:	
длина	7,0
ширина	3,2
высота	4,5
Масса металлической части котла, т	24,1

Рис. 8. Котел энерготехнологический СЭЛ-Ц-100/2М (продолжение)





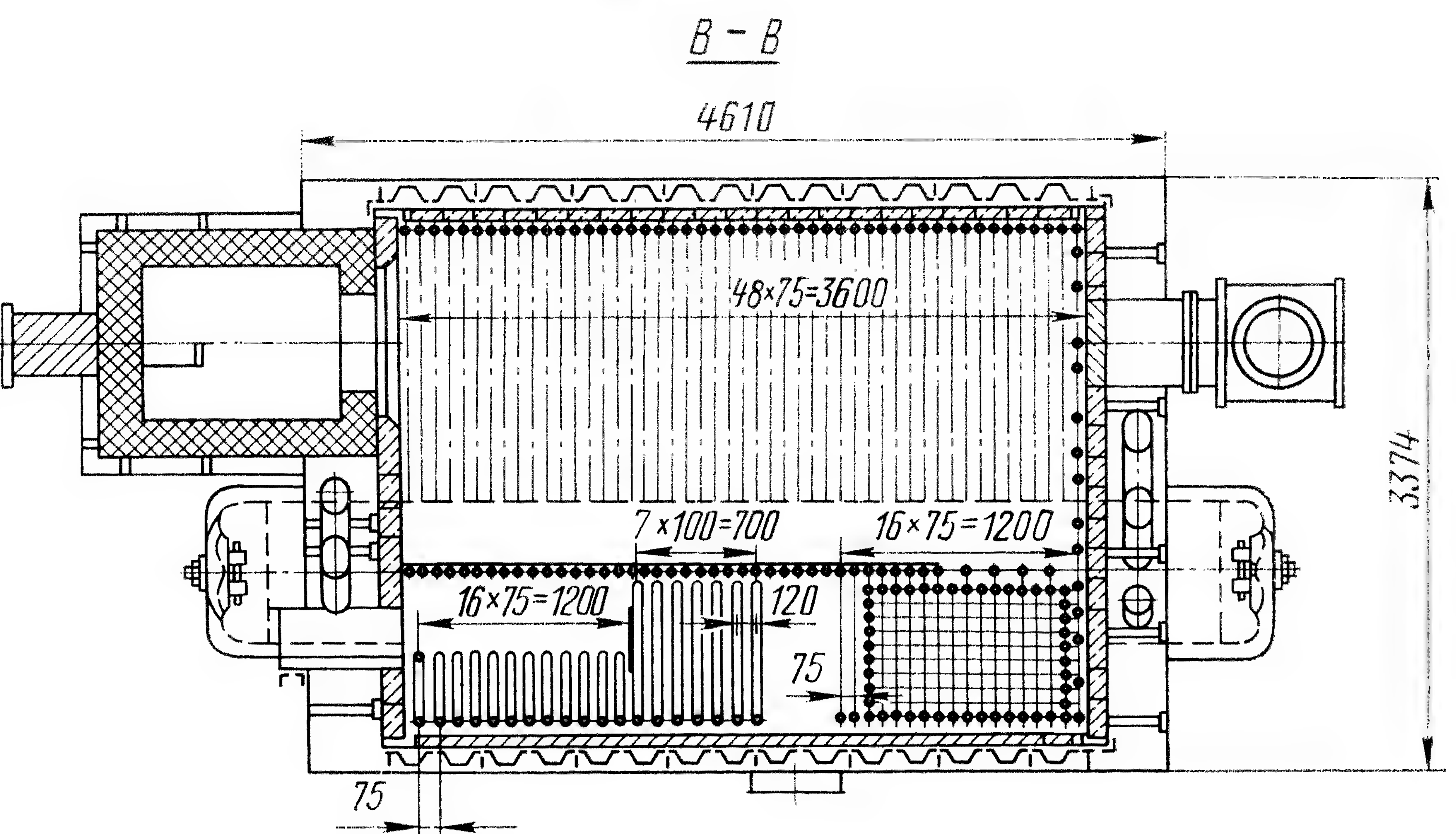


Рис 9. Котел энерготехнологический ПКС-Ц-10/40

Котел энерготехнологический РКС-75/40

Энерготехнологический котел РКС-75/40 (рис. 10) предназначен для охлаждения сернистых газов при сжигании чистой элементарной серы и выработки перегретого пара с температурой 440° С при давлении 4 МПа. Сейсмичность района установки — 8 баллов.

Котел устанавливается в линии производства серной кислоты из серы по короткой схеме с двойным контактированием и промежуточной абсорбцией. Вместе с котлом поставляется отдельно стоящий водяной экономайзер для охлаждения сернистых газов после шестого слоя контактного аппарата и подогрева питательной воды до 230° С. По согласованию с заводом-изготовителем допускается установка котла и экономайзера в открытой компоновке.

Котел РКС-75/40 — однобарабанный в башенной компоновке с естественной циркуляцией. Схема испарения — двухступенчатая.

Котел состоит из следующих основных узлов: барабана с внутрибарабанным устройством, испарительного устройства с конвективным пучком, трубчатого охлаждаемого каркаса, топки, состоящей из двух циклонов и переходной камеры, портала, каркаса под барабан, пароперегревателя, пароохладителя, площадок обслуживания, трубопровода с арматурой.

Водяной экономайзер состоит из следующих узлов: корпуса, пакетов экономайзера, теплообменника, площадок обслуживания, трубопровода с арматурой.

Одной из главных составных частей котла РКС-75/40 является испарительное устройство с конвективным пучком. Испарительное устройство собирается на монтаже из четырех транспортабельных блоков. Каждый блок имеет глухие донышки на торцах нижнего и верхнего коллекторов, поэтому является автономным циркуляционным контуром. Один из испарительных блоков включен в солевой отсек, остальные три — в чистый. Верхние и нижние коллекторы диаметром 219 мм с толщиной стенки 13 мм соединены между собой панелями, сваренными из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 60 мм. В панелях одного из блоков имеются разводки для обеспечения доступа к трубам конвективного пучка. Радиационно-конвективная поверхность образована также змеевиками из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм, которые в нижней части образуют ширмы, а в верхней части — плотный конвективный пучок. Образованное сходящимися к центру газохода трубами конвективного пучка окно используется для перепуска газов, оно закрывается цилиндрическим коробом, выполненным из стали Х25Т. В качестве каркаса испарительного устройства используются вертикальные опускные оребренные трубы, соединенные между собой горизонтальными поясами из гнутых оребренных труб и включенные в нижний и верхний кольцевые коллекторы диаметром 219.

Пароперегреватель — двухступенчатый. Первая ступень по ходу пара выполнена из змеевиков диаметром 28 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20) с поперечным шагом 37,5 мм, коллектор диаметром 159 мм с толщиной стенки 11 мм (сталь 20). II ступень выполнена из змеевиков диаметром 28 мм с толщиной стенки 3,5 мм (сталь 12Х1МФ) с поперечным шагом 37,5 мм, коллектор диаметром 159 мм с толщиной стенки 12 мм (сталь 12Х1МФ). Каждая ступень пароперегревателя состоит из четырех одинаковых блоков. Каждый блок через балку опирается на U-образную трубу диаметром 159 мм с толщиной стенки 11 мм (сталь 20), являющуюся одновременно паропроводом насыщенного пара.

Блоки установлены таким образом, что в центральной части ступени образован байпасный газоход, который позволяет регулировать температуру газов на выходе из котла пропуском определенного количества газов мимо пакетов пароперегревателя при частичном или полном открытии крышки, имеющейся в верхней части металлического короба, ограничивающего байпасный газоход.

В «рассечке» между I и II ступенями пароперегревателя расположен пароохладитель. Охлаждающим агентом в пароохладителе служит котловая вода. Вода из барабана по двум трубам подается к нижней части корпуса пароохладителя, а отводится пароводяная смесь в барабан по двум трубам из верхней части пароохладителя. Пар охлаждается в трубах диаметром 38 мм. Температура перегрева пара регулируется расходом пара через пароохладитель. Для этой цели имеется байпас D_y 150 мм с регулирующим клапаном. Пароохладитель опирается на балки каркаса через катковую пружинную опору.

Барабан — цельносварной из стали 20К, внутренний диаметр — 1518 мм, толщина стенки — 36 мм. Барабан разделен на отсеки: в центре — чистый отсек, по торцам — солевые отсеки. В качестве первичного сепарационного устройства в чистом отсеке установлена жалюзийно-дроссельная стенка, а в каждом солевом отсеке — три внутрибарабанных циклона. В качестве вторичных сепарационных устройств применяется наклонный жалюзийный сепаратор с дырчатым листом. Внутрибарабанные устройства выполнены съемными. В перегородках между отсеками имеются съемные лазы.

Отдельно стоящий водяной экономайзер представляет собой цилиндрическую конструкцию диаметром 7200 мм. Внутри цилиндрического корпуса имеется четыре газохода квадратного сечения, в которых расположены 12 змеевиковых пакетов водяного экономайзера (по четыре пакета в одном ярусе). Для обеспечения большей надежности все сварные швы на змеевиках и коллекторах вынесены за пределы газоходов. Змеевики выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20).

От узла питания подогретая в теплообменнике (примерно до 170° С) питательная вода подается в нижние коллекторы I ступени водяного экономайзера. Выход воды осуществляется из соответствующих верхних коллекторов. После I ступени водяного экономайзера вода проходит через водо-водяной теплообменник и направляется во II ступень водяного экономайзера. На периоды пуска

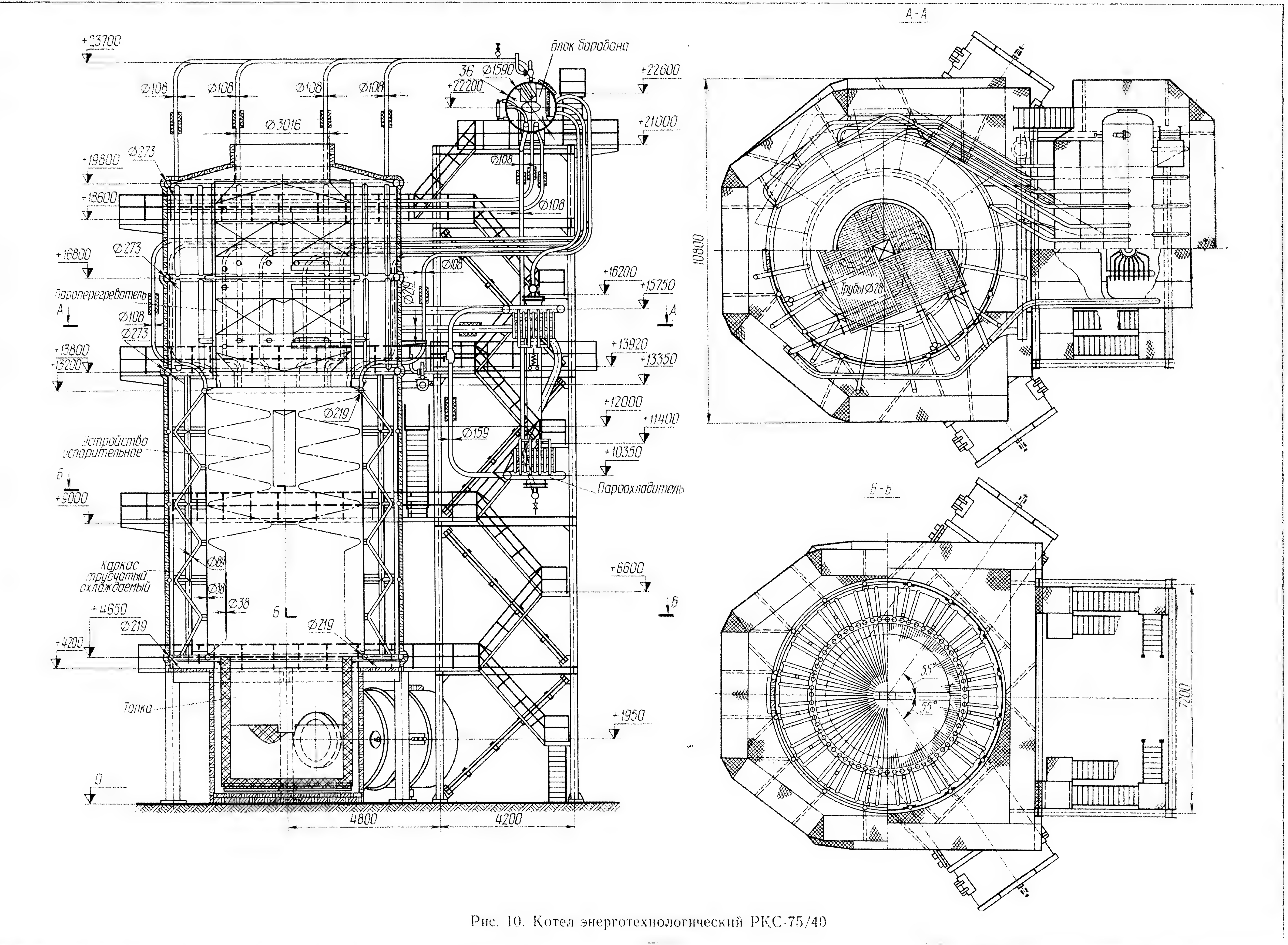


Рис. 10. Котел энерготехнологический РКС-75/40

обеспечения температуры воды на входе в эко-зер 170° С установлен пароводяной теплооб-ник (в поставку завода не входит). Подвод га-в экономайзер осуществляется через верхний убок диаметром 2400 мм, отвод — через ниж-фланец размерами 1000×2400 мм. Для удоб-обслуживания водяного экономайзера вокруг установлены площадки обслуживания и лест-, которые крепятся к корпусу экономайзера.

пка — циклонная, предназначена для сжига-60 т жидкой серы в сутки, состоит из двух нов, расположенных друг относительно дру-д углом 110°, и переходной камеры. Сера по-ся в топку при помощи серных форсунок. онная топка изнутри обмурована шамотным ичом. Места сложных сопряжений, например, а ввода воздуха в топку обмурованы шамото-ном на жаростойкой армировке.

Внутренняя поверхность нижней части водяно-экономайзера защищена слоем кислотостойкого на, способного при нагреве деформироваться образования трещин. Тепловая изоляция стен ственно котла выполнена плитами из минераль-ваты.

Котел оснащен необходимыми контрольно-изме-льными приборами, средствами автоматики и атурой. Котел поставляется транспортабельны-блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	75
Количество сжигаемой серы, т/сут.	560
Давление пара на выходе из котла, МПа	4,0
Температура, °С:	
перегретого пара	440
газов:	
на входе в котел	1150
на выходе из котла	440
питательной воды	100
Расход газов через котел, нм³/ч	155 800
Расход газов через водяной экономайзер, нм³/ч	135 700
Температура газов, °С:	
на входе в водяной экономайзер	425
на выходе из экономайзера	195
Температура воды на выходе из экономай-зера	230
Поверхность нагрева, м²:	
общая испарительной части котла	700
пароперегревателя	1000
водяного экономайзера	1680
Коэффициент избытка воздуха	2
Аэродинамическое сопротивление, кПа:	
с экономайзером	2,8
собственно котла	1,62
Габаритные размеры, м:	
длина	14,0
ширина	12,7
высота	23,7
Масса металлической части котла и водяного экономайзера с арматурой, т	350,2

Рис. 10. Котел энерготехнологический РКС-75/40

Котлы с высокотемпературным органическим теплоносителем ВОТ-05; ВОТ-І; ВОТ-2; ВОТ-4

Котлы ВОТ-0,5, ВОТ-1, ВОТ-2, ВОТ-4 (рис. 11, 13, 14; табл. 3) предназначены для выработки ыщенных паров высокотемпературного органи-кого теплоносителя (ВОТ) при сжигании при-ного газа и мазута. Пары ВОТ с температурой 375° С и давлением до 0,8 МПа идут на обогрев нологических аппаратов и установок в хими-кой промышленности. Котлы выполнены для ановки в закрытых помещениях.

Котлы ВОТ-0,5, ВОТ-1, ВОТ-2, ВОТ-4 — одно-рабанные вертикально-трубного типа, с естест-ной циркуляцией. Теплоносителем является ди-нильная смесь, состоящая из 73,5% дифенил-ида и 26,5% дифенила.

Топка котла — двухкамерная, разделена двух-тным экраном, что позволяет получить пони-нное теплонапряжение и значительно повышает дежность работы котла. На фронтовой стене ла установлены два горелочных устройства для игания газообразного или жидкого топлива.

Из барабана по опускным необогреваемым тру-м теплоноситель поступает в три нижних кол-ктора, которые соединены между собой посред-вом труб. Парожидкостная смесь по экранным убам поступает в барабан, где пар, проходя по-очный дырчатый лист, отводится в паропровод системе теплопотребляющих аппаратов.

Возврат конденсата ВОТ из системы в котел уществляется через средний коллектор. Подача может осуществляться как с помощью насосов, к и самотеком, в зависимости от расположения плопотребляющих аппаратов.

В блок котла входят барабан, элементы экран-ной системы, конвективный пучок и три коллек-тора.

Барабан котла внутренним диаметром 1200 мм выполняется сварным из стали 20К с толщиной стенки 16 мм. Лаз в барабан расположен с фрон-товой стороны. Днища — штампованные. Внутри барабана, с целью обеспечения устойчивых пока-заний уровня жидкого теплоносителя, установлен успокоительный щиток. У всех котлов, кроме ВОТ-0,5, барабаны имеют устройство очистки пара по всей своей длине в виде потолочных дырчатых листов.

Экранная система состоит из труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), закры-вающих заднюю и боковые стенки топочной каме-ры, а также из труб двухсветного экрана.

На котле ВОТ-0,5 нет конвективного пучка. На всех остальных котлах ВОТ конвективный пучок состоит из труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20) и выполнен в виде трех-рядных секций.

Каждый котел ВОТ имеет три коллектора. Для котлов ВОТ-0,5 и ВОТ-1 коллекторы изготовлены из труб диаметром 219 мм с толщиной стенки 9 мм (сталь 20), а для ВОТ-2 и ВОТ-4 — из труб диаметром 325 мм с толщиной стенки 13 мм (сталь 20). Для проведения осмотра коллекторы имеют лючки с фланцами.

Воздухоподогреватели у всех котлов блочные, устанавливаются за конвективным пучком и вы-полнены одноступенчатыми, имеют три хода по

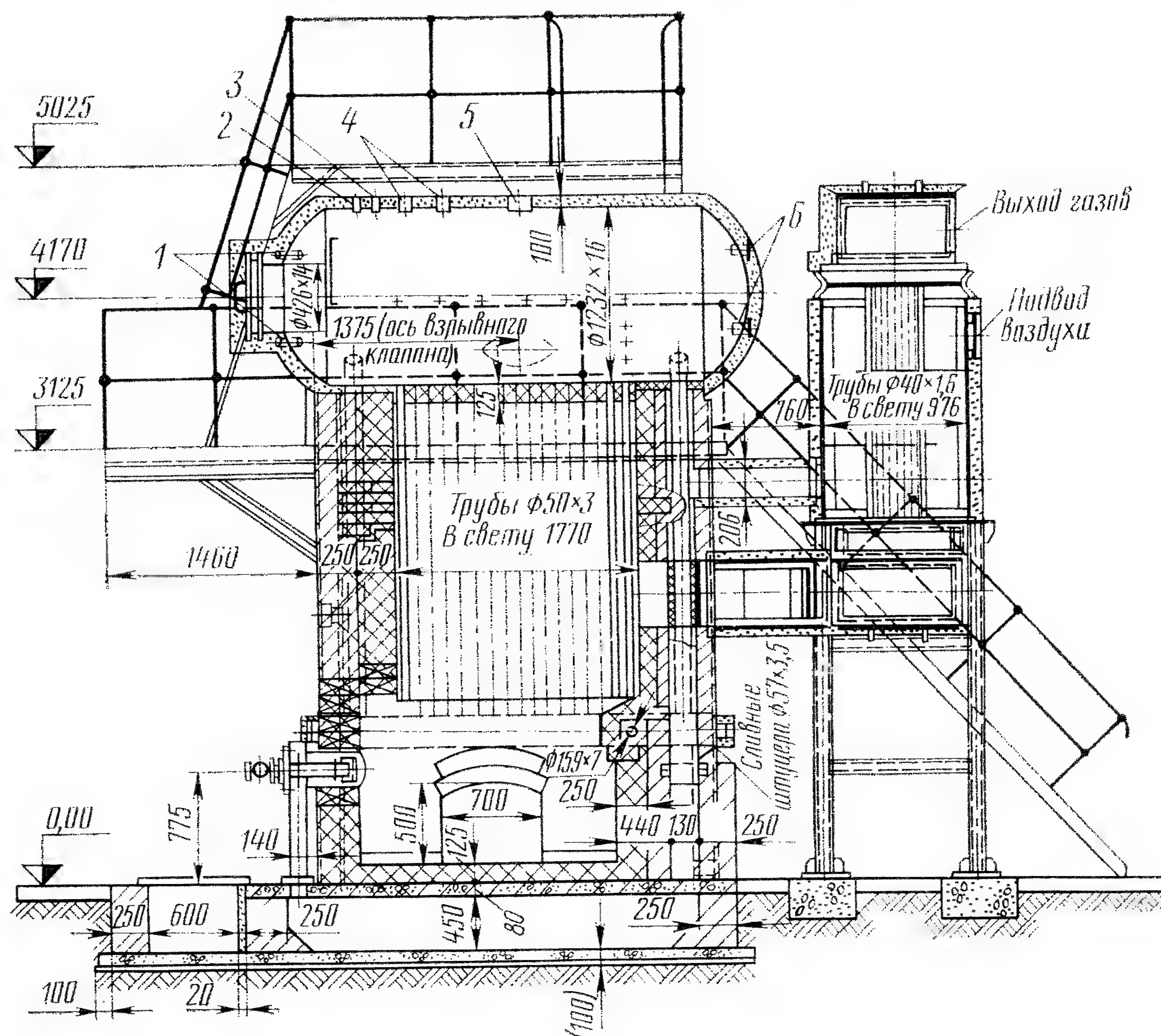


Рис. 11. Котел на органическом теплоносителе ВОТ-0,5

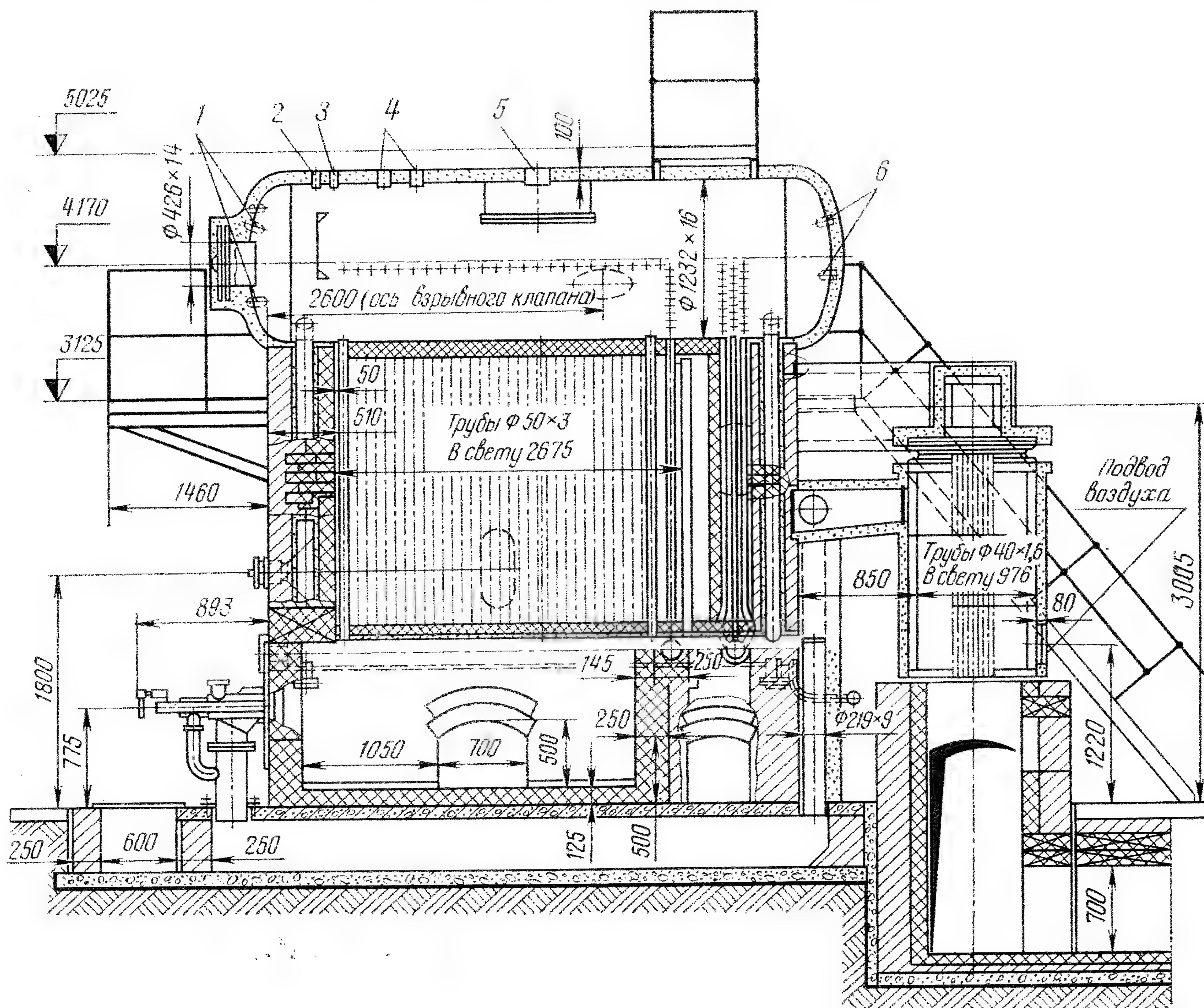


Рис. 12. Котел на органическом теплоносителе ВОТ-1

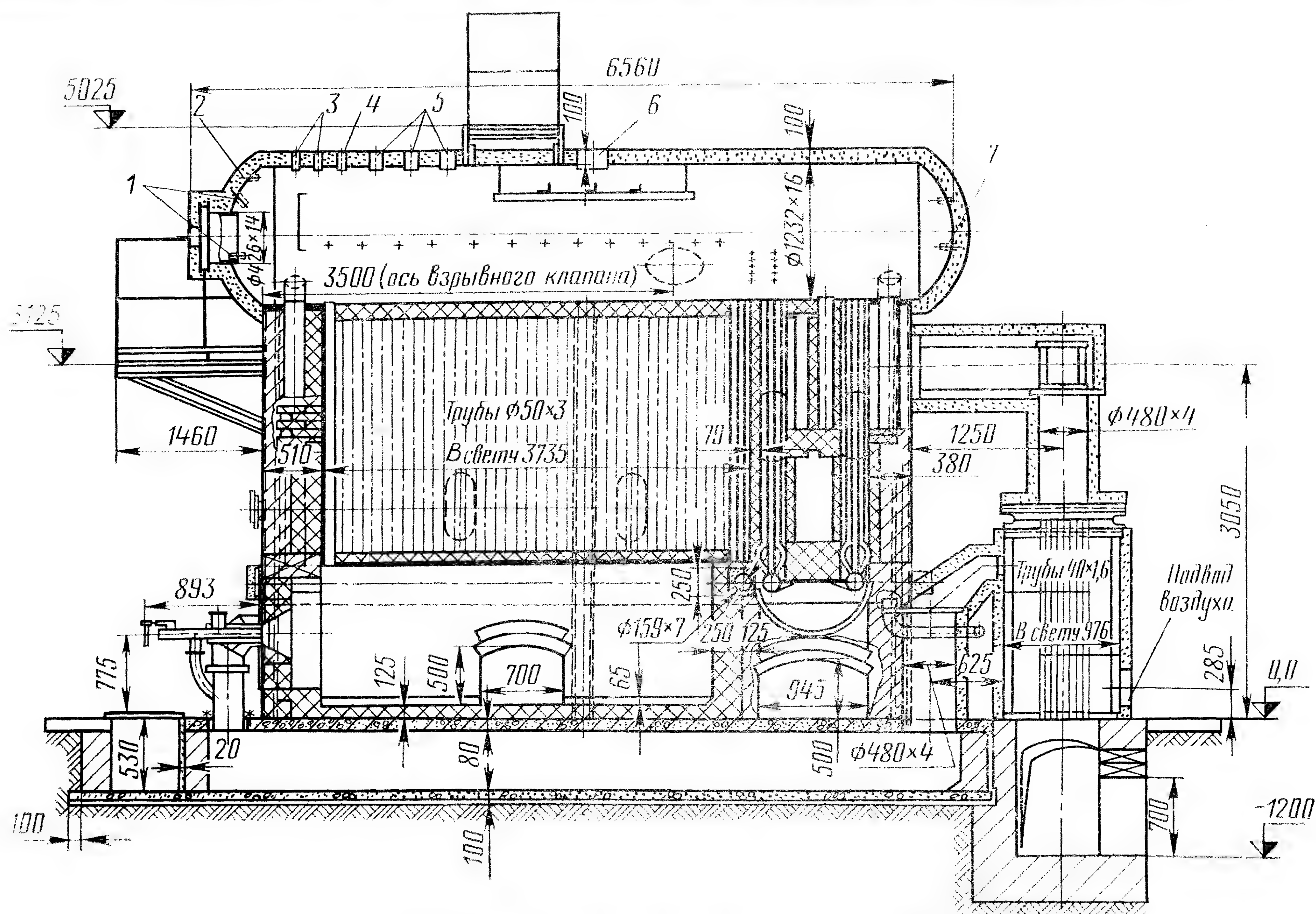


Рис. 13. Котел на органическом теплоносителе ВОТ-2

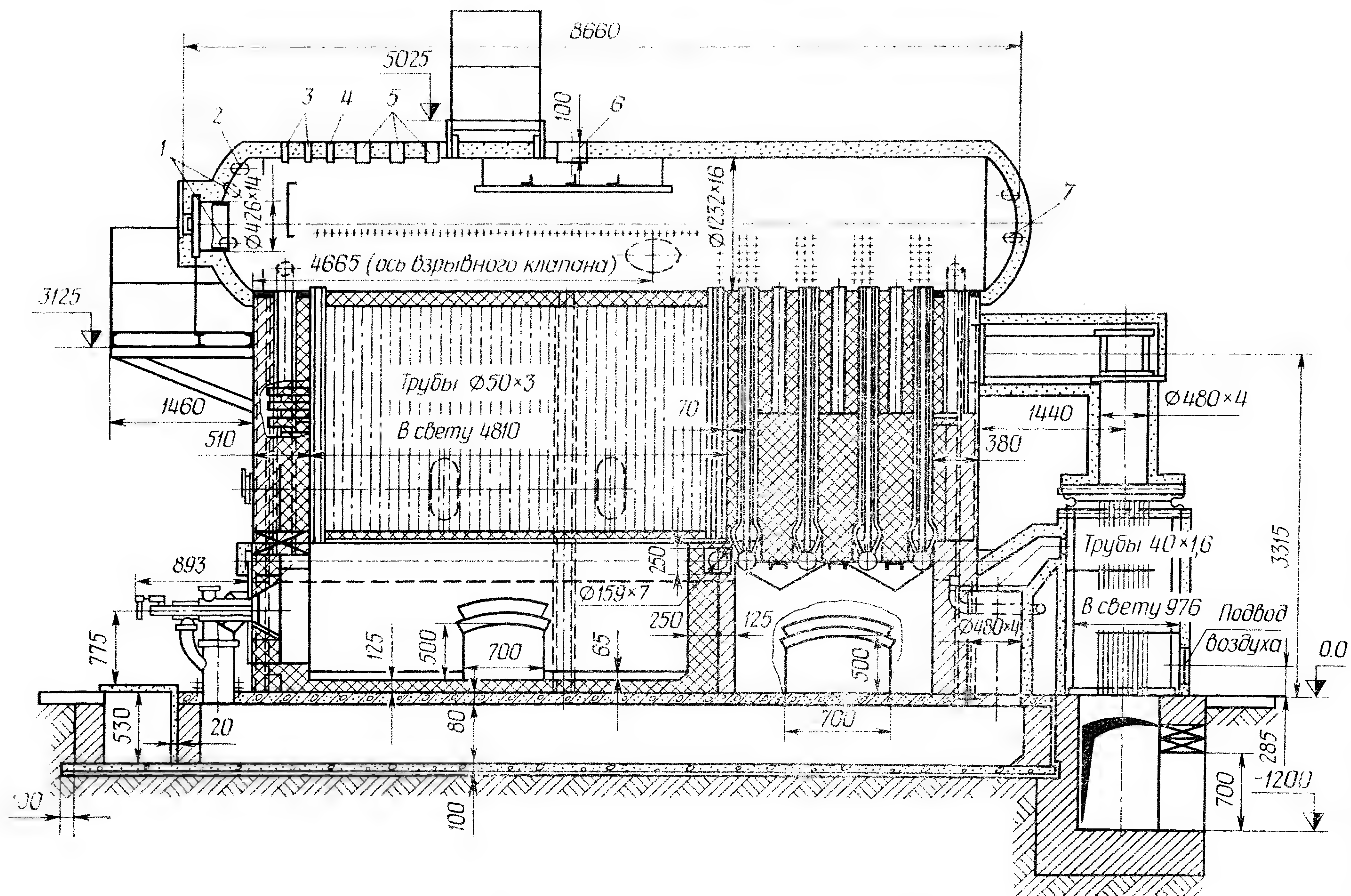


Рис. 14. Котел на органическом теплоносителе ВОТ-4

Таблица 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	ВОТ-0,5	ВОТ-1	ВОТ-2	ВОТ-4
Теплопроизводительность, Гкал/ч	0,5	1	2	4
Производительность по дифенильному пару, т/ч	9,27	18,54	37,08	74,16
Давление, МПа абс.	0,8	0,8	0,8	0,8
Температура, °С:				
насыщения дифенильной смеси	375	375	375	375
конденсата дифенильной смеси	340	340	340	340
уходящих газов:				
при работе на природном газе	241	270	275	286
при работе на мазуте	298	297	310	336
воздуха:				
на входе в воздухоподогреватель	30	30	30	30
на выходе из воздухоподогревателя:				
при работе на природном газе	150	170	175	175
при работе на мазуте	170	170	180	190
Поверхность нагрева, м²:				
радиационная	22,2	29,4	38,8	52,9
конвективная	—	25,2	58,7	117,4
воздухоподогревателя	12	22,9	45,8	94,0
Сопротивление котла по газовому тракту, кПа	0,09	0,39	0,42	0,66
Габаритные размеры, м:				
длина	4,25	7,51	9,15	11,3
ширина	4,05	4,05	4,05	4,05
высота	4,88	4,88	4,88	4,88
Масса, т:				
металлической части котла без арматуры	7,02	9,86	14,3	19,6
обмуровки (в поставку завода не входит)	56,6	119,7	131,5	160,1

воздушной стороне и состоят из трубных секций, компенсаторов и обшивки. Секция состоит из двух трубных досок толщиной 10 мм и установленных между ними в шахматном порядке труб диаметром 40 мм с толщиной стенки 1,6 мм. Дымовые газы проходят внутри труб, воздух — снаружи. В середине секция имеет две перегородки по воздушной стороне.

Поставка котла осуществляется двумя основными блоками: блок котла и блок воздухоподогревателя, а также отдельными узлами: помосты и лестницы, короба воздуха и газа, каркас.

В объем поставки входят два указателя уровня и манометр.

КОТЛЫ ДЛЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Энерготехнологические котлы СРК-350, СРК-700, СРК-1400

...ерготехнологические котлы СРК-350, СРК-700, ...1400 (рис. 15, 16, 17, 18; табл. 4) являются ... технологического оборудования целлюлоз... ...мажного производства и предназначены для ...ния черного щелока и регенерации химика... ...спользуемых при варке сульфатной целлюло... ...генерация химикатов — основное назначение ...генерационных котлов, попутно использую... ...пло, получаемое при сжигании черного ще... ...за счет которого вырабатывается энергети... ...пар.

...оагрегаты типа СРК-350, СРК-700, ...1400 — однобарабанные, с естественной цир... ...ией, выполнены по П-образной схеме. Топоч... ...мера образована радиационными поверхнос... ...нагрева, представляющими собой цельносвар... ...анели из труб диаметром 57 мм с толщиной ...и 5 мм (сталь 20) с шагом 75 мм. Особен... ...конструкции топочной камеры — плотный ...сварной под, на котором скапливаются про... ...регенерации в виде жидкого расплава, уда... ...его через летки, установленные на фронтовой ...топки.

...В состав конвективных поверхностей нагрева ...ят: защитный ширмовый фестон, двухступен... ...й ширмовый пароперегреватель и водяной эко... ...айзер. Защитный ширмовый фестон выполнен ...труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм ...ль 20). В вертикальной своей части ширмы — ...носварные. Наклонная часть ширм фестона ...зует защитный пучок на выходе из топки пе... ...пароперегревателем.

...Пароперегреватель — змеевиковый, ширмовый, ...положен над топкой и в поворотном газоходе, ...зованном, так называемым, «носом» топочной ...еры. Стены поворотного газохода экранирова... ...цельносварными панелями из труб диаметром ...мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20), с ша... ...100 мм. I ступень (по ходу пара) ширмового ...перегревателя выполнена из труб диаметром ...мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20) и рас... ...ложена в поворотном газоходе. II ступень (по ...у пара) ширмового пароперегревателя выпол... ...на из труб диаметром 42 мм с толщиной стенки ...мм (сталь 15ХМ) и расположена над топочной ...мерой. Потолок топочной камеры и поворотного ...охода закрыт потолочным пароперегревателем ...труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм ...таль 20).

Водяной экономайзер некипящего типа выпол... ...в двух вариантах: горизонтальном и вертикальном. У котлов СРК-350 экономайзер — конвективный, горизонтальный, гладкотрубный с шахматным расположением змеевиков в пакетах, расположен в опускном газоходе, разделенном на две нисходящие шахты. Блоки опираются на каркас хвостовой части котла. Экономайзер оборудован дробеочисткой и водяной обмывкой. Под конвективной шахтой установлен бункер дроби. У котла СРК-1400 экономайзер — вертикальный, ширмовый, выполненный из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20), с продольными плавниками. Опускной газоход, в котором на подвесках расположены ширмы, экранированные цельносварными экранами из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм (сталь 20) с шагом 100 мм, разделен перегородками из цельносварных экранов на три газохода. Средний газоход, свободный от ширмовых поверхностей, служит для переброса газов. Очистка ширмовых поверхностей производится паровой обдувкой. У котла СРК-700 хвостовые поверхности экономайзера выполнены в двух модификациях:

конвективный, горизонтальный, с шахматным расположением змеевиков в пакетах, с дробеочисткой и обмывкой;

вертикальный, ширмовый, расположенный в экранированном опускном газоходе, с паровой обдувкой ширмовых поверхностей.

Барабаны котлов для СРК-350 наружным диаметром 1680 мм, толщиной стенки 60 мм (сталь 20К), для СРК-700 диаметром 1680 мм, толщиной стенки 60 мм (сталь 20К), для СРК-1400 диаметром 2120 мм толщиной стенки 60 мм (сталь 09Г2С) подвешены на двух подвесках к каркасу котла. Барабаны разделены на чистый и солевой отсеки.

Опускная система выполнена в виде стояков большого диаметра, от которых производится запитка защитного фестона, экранов топки и конвективного газохода. Все поверхности нагрева, за исключением горизонтального водяного экономайзера, подвешены к каркасу котла на пружинных подвесках. Ввиду большого уноса из топочной камеры продуктов регенерации, находящихся во взвешенном состоянии, на котле установлены бункеры для сброса уноса.

Топливо (черный щелок) в топку вводится качающимися форсунками. Кроме того, котел снабжен растопочными мазутными форсунками, которые при необходимости могут обеспечивать работу котла на мазуте с производительностью по пару до 60%. Воздух в топку подводится тремя ярусами

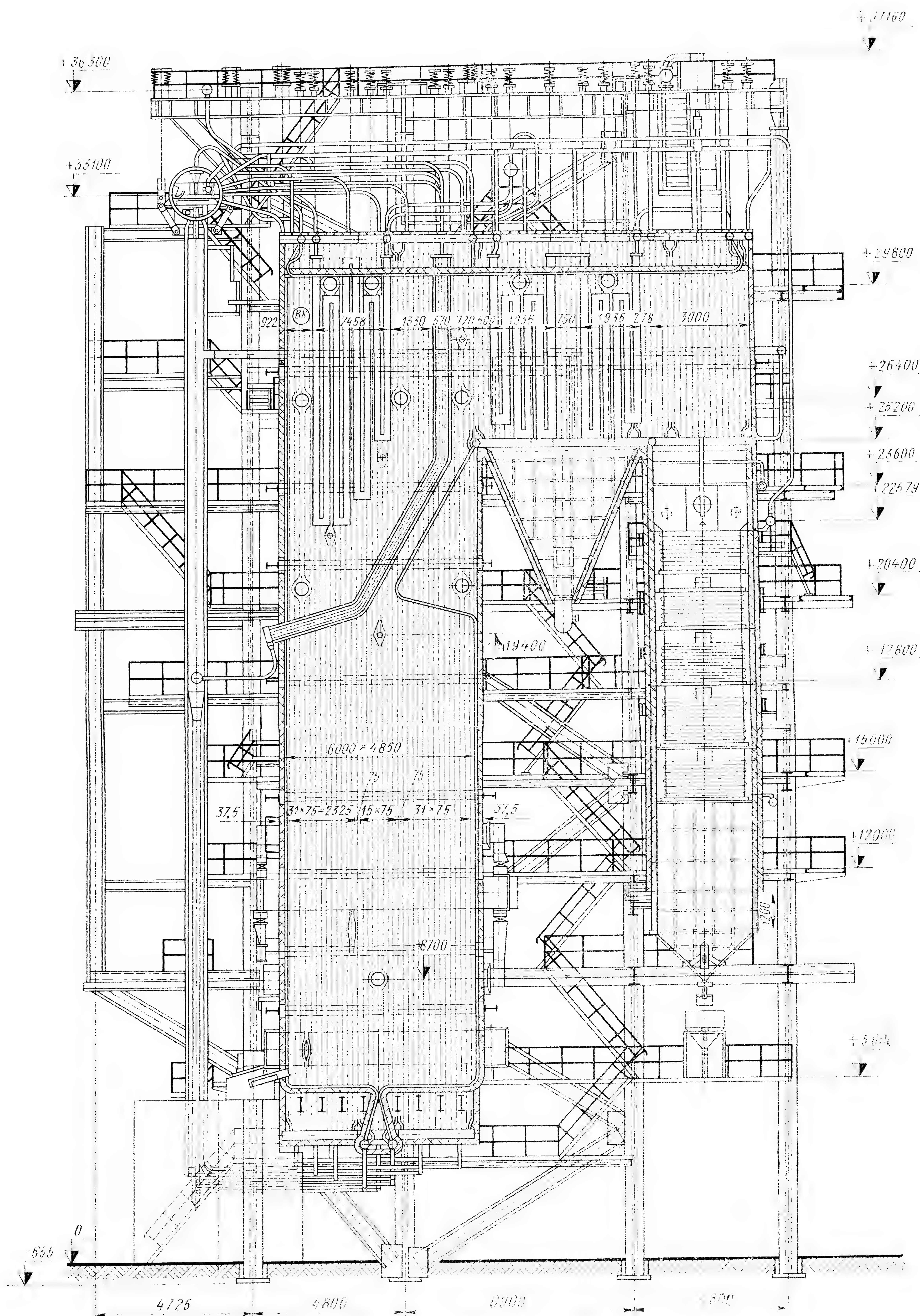


Рис. 15. Энерготехнологический котел СРК-350

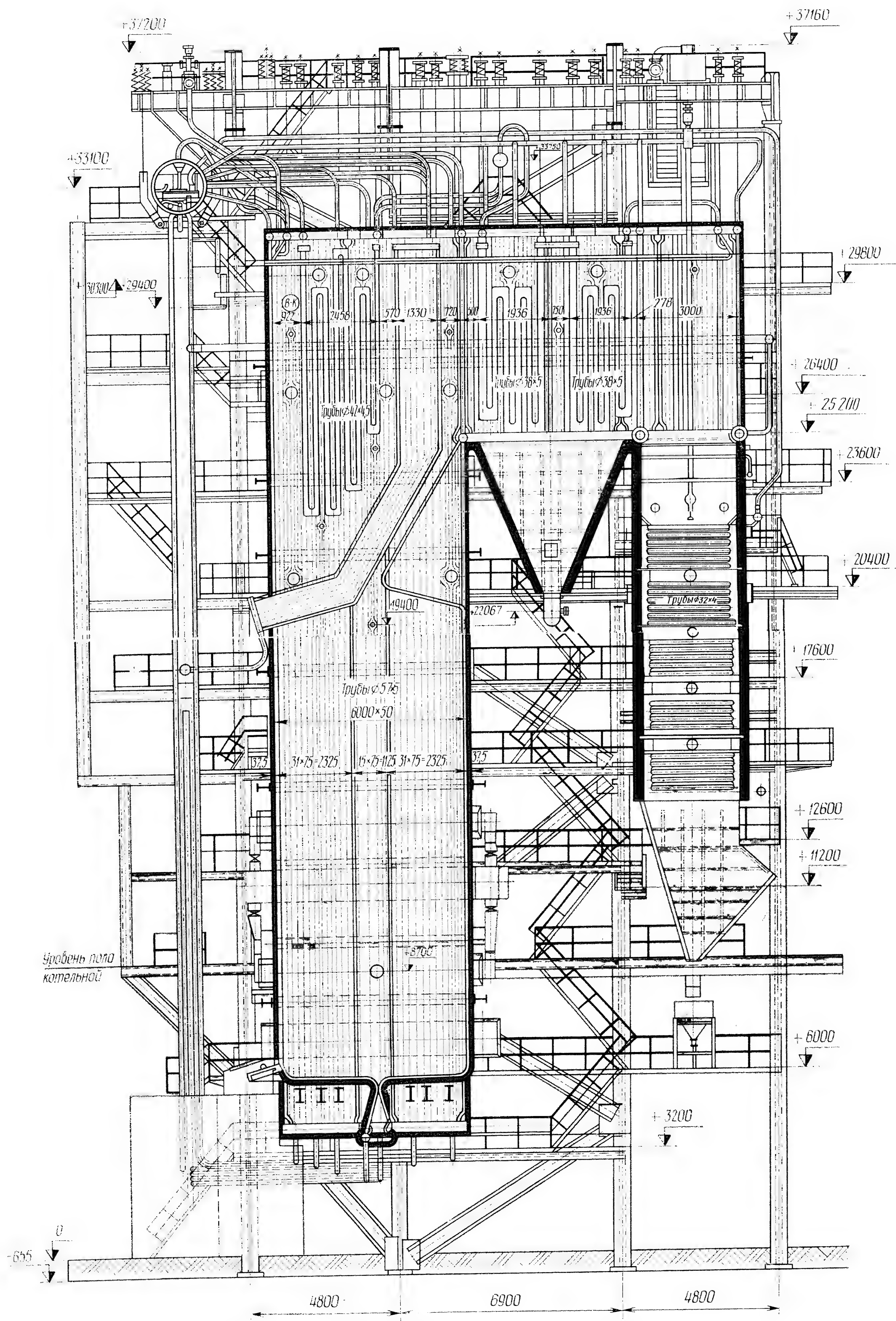


Рис. 16. Энерготехнологический котел СРК-700 (с горизонтальным водяным экономайзером)

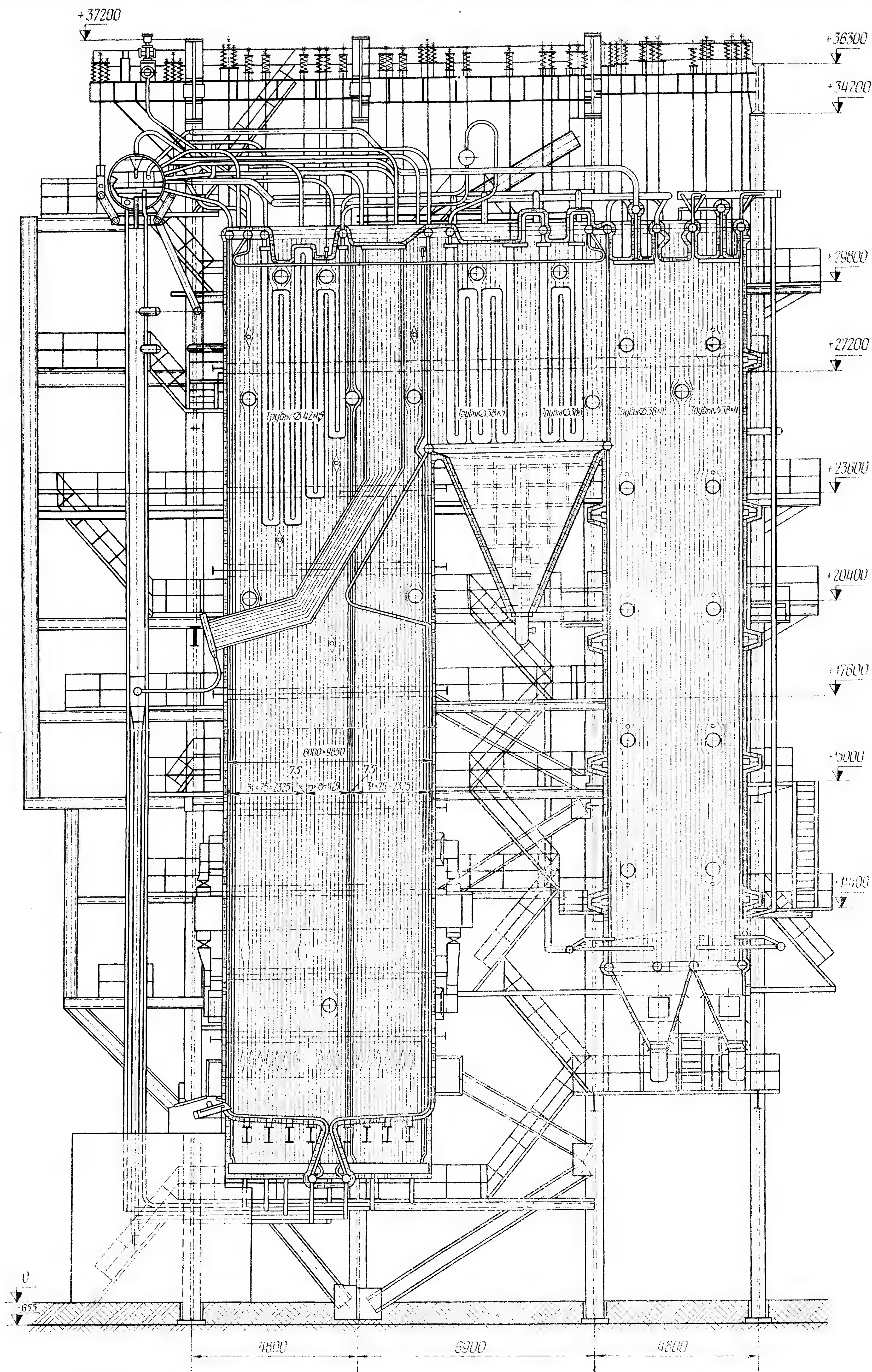


Рис. 17. Энерготехнологический котел СРК-700 (с вертикальным водяным экономайзером)

Рис. 18. Энерготехнологический котел СРК-1400

Таблица 4

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛОВ

Показатель	СРК-350	СРК-700		СРК-1400
		с горизонтальным водяным экономайзером	с вертикальным водяным экономайзером	
Паропроизводительность по сухому веществу черного щелока, т/сут	350	700	700	1400
Производительность по пару, т/ч	51,5	102	102	203
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0	4,0	4,0	4,0
Температура перегретого пара, °С	440	440	440	440
Поверхность, м²:				
строительная топочного экрана и конвективной шахты	1840	2705	2705	7205
общая ширмового пароперегревателя	1330	2660	2660	2998
легированная	550	1100	1100	1462
потолочного пароперегревателя	109	218	218	438
полная ширм защитного фестона, строительная	665	1277	1277	2248
полная водяного экономайзера	980	1760	5282	8535
Аэродинамическое сопротивление по газовой стороне, кПа	0,86	0,86	0,27	0,18
Запыленность газов, нм³	5,95	5,95	5,95	5,95
Габаритные размеры, м:				
длина	21,2	16,5	16,5	22,35
ширина	15,9	13,5	13,5	23,4
высота	37,2	37,2	37,2	50,0
Масса металлической части котла (без арматуры), т	1034	1487	1895	2176

сопл. Верхние два яруса дутья осуществляют тангенциальную закрутку подводимого воздуха. ,

Обмуровка экранированных стен топки и конвективного газохода — натрубная из минераловатных матов. В районе неэкранированных газоходов, в зоне пакетов горизонтального экономайзера, обмуровка крепится на щитах и состоит из двух слоев — шамотобетона и совелитовых плит. Обмуровка снаружи обшивается металлическими листами.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, средствами автоматики и контрольно-измерительными приборами, а также устройством отбора проб пара и воды.

Регулятор перегрева пара на котлах СРК-350 и СРК-700 — поверхностного типа, а на котле СРК-1400 — система впрыска. Котлы поставляются крупными блоками и узлами.

Котел СРК-350 выполнен в сейсмичном исполнении.

КОТЛЫ ДЛЯ ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Котел-утилизатор КУ-40-1

...отел-утилизатор КУ-40-1 (рис. 19; табл. 5) ...назначен для выработки перегретого пара на ...е использования физического тепла газов, ...дящих из мартеновских, нагревательных и ...их технологических печей.

...станавливается непосредственно за печами.

...редусмотрена полуоткрытая установка котла ...ройством утепленной пристройки с фронтовой ...ны для защиты оборудования, арматуры и ...ров от воздействия окружающей среды. Рас... ...н на работу под разрежением. Сейсмичность ...а установки — 6 баллов. Все поверхности на... котла выполнены из бесшовных труб диа...м 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20) ...оят из водяного экономайзера, испаритель... ...асти котла и пароперегревателя. Компоновка ...хностей нагрева П-образная. В первом восхо...м газоходе по ходу газов расположены пер... ...редвключенная секция испарительной по... ...сти нагрева, пароперегреватель, вторая ис...тельная секция и второй пакет третьей испа...ьной секции. Во втором опускном газоходе ...у вниз расположены первый пакет третьей ...рительной секции и два пакета экономайзера. ...поверхности нагрева котла изготовляются ...е сварных блоков с шахматным расположе... труб в пакете. Шаги труб приняты следую...в ряду по ширине газохода для первой пред...ченной секции — 172 мм, для второй и треть... ...спарительных секций и пароперегревателя — ...м, для экономайзера — 90 мм; по ходу газов — ...м во всех пакетах. Глубина газоходов в свету: ...емного — 2850 мм и опускного — 2600 мм.

...спарительная часть котла выполнена по схе... многократной принудительной циркуляцией ...Ц) с тремя параллельно включенными сек...ми. Циркуляция осуществляется двумя циркуляционными насосами, один из которых является резервным. Из барабана котловая вода насосом падается в шламоуловитель, откуда по трем трубам параллельно подается в три испарительные секции котла. Из выходных камер испарительных секций пароводяная смесь поступает в барабан.

Барабан котла — сварной, его внутренний диаметр — 1508 мм, толщина стенки обечайки на давление 4,5 МПа — 3,6 мм, на давление 1,8 МПа — 16 мм (материал — сталь 20К). Внутри барабана имеются паросепарационные циклоны.

Питательная деаэрированная вода подводится к котлу по одному трубопроводу. Из выходной камеры экономайзера питательная вода отводится в распределительную трубу внутреннего устройства барабана.

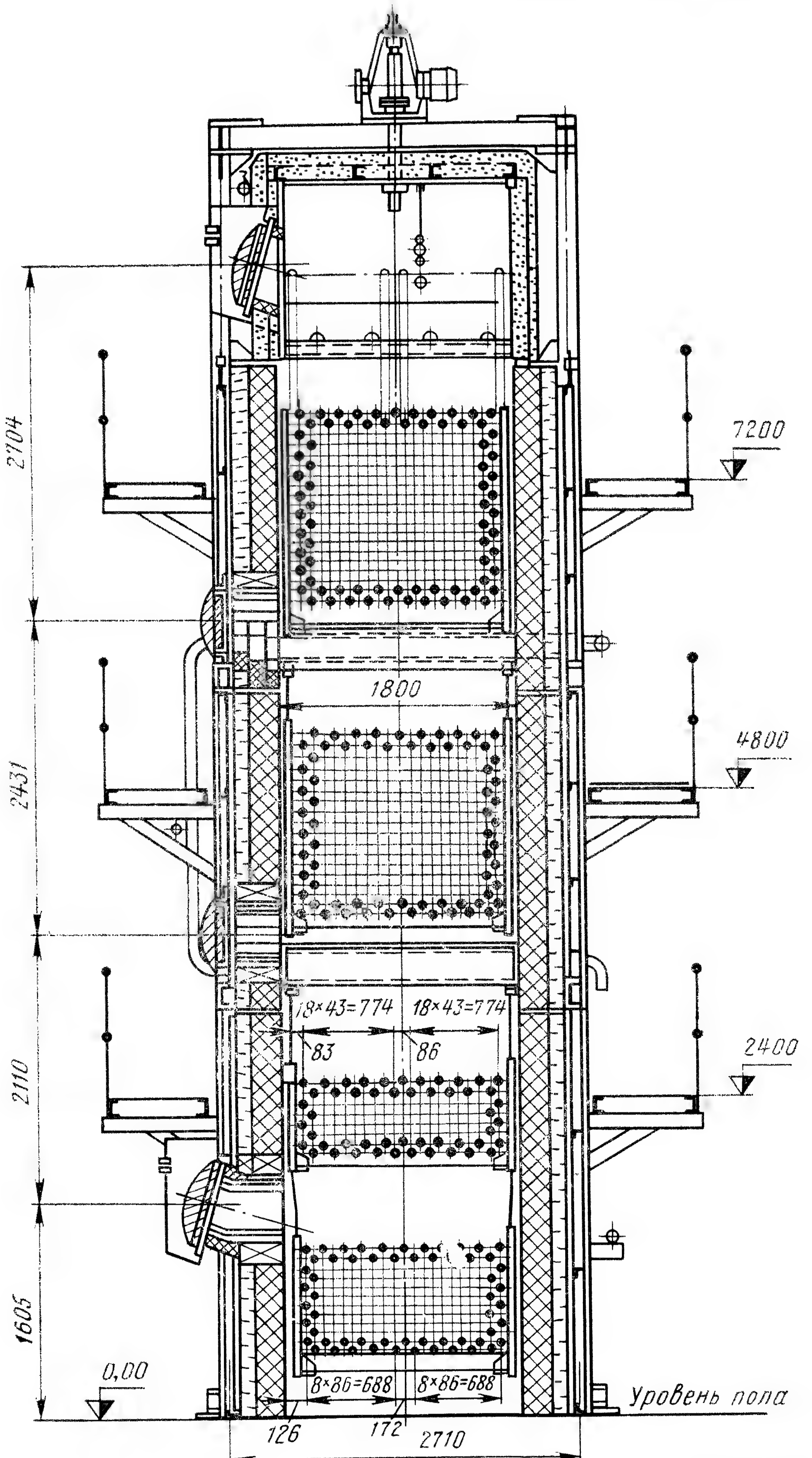
Конструкцией котла предусмотрена возможность применения паровой механизированной обдувки типа ОМВ завода «Ильмарине». Каркас котла — металлический, сварной. Обмуровка подъемного газохода выполнена из огнеупорного и термоизоляционного кирпича. Опускной газоход не обмуровывается, имеется только наружная теплоизоляция металлической обшивки газохода.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Питание котла водой и сигнализация уровня в барабане автоматизированы.

Котел поставляется транспортабельными блоками: барабан, пароперегреватель, испарительная поверхность, водяной экономайзер, трубопровод в пределах котла, гарнитура и опоры барабана, паросепарационное устройство, устройство для отбора проб пара и воды, сниженные водоуказатели, арматура котла и приводы к ней, обдувочные приборы, каркас, обшивка, помосты и лестницы.

а

а



б

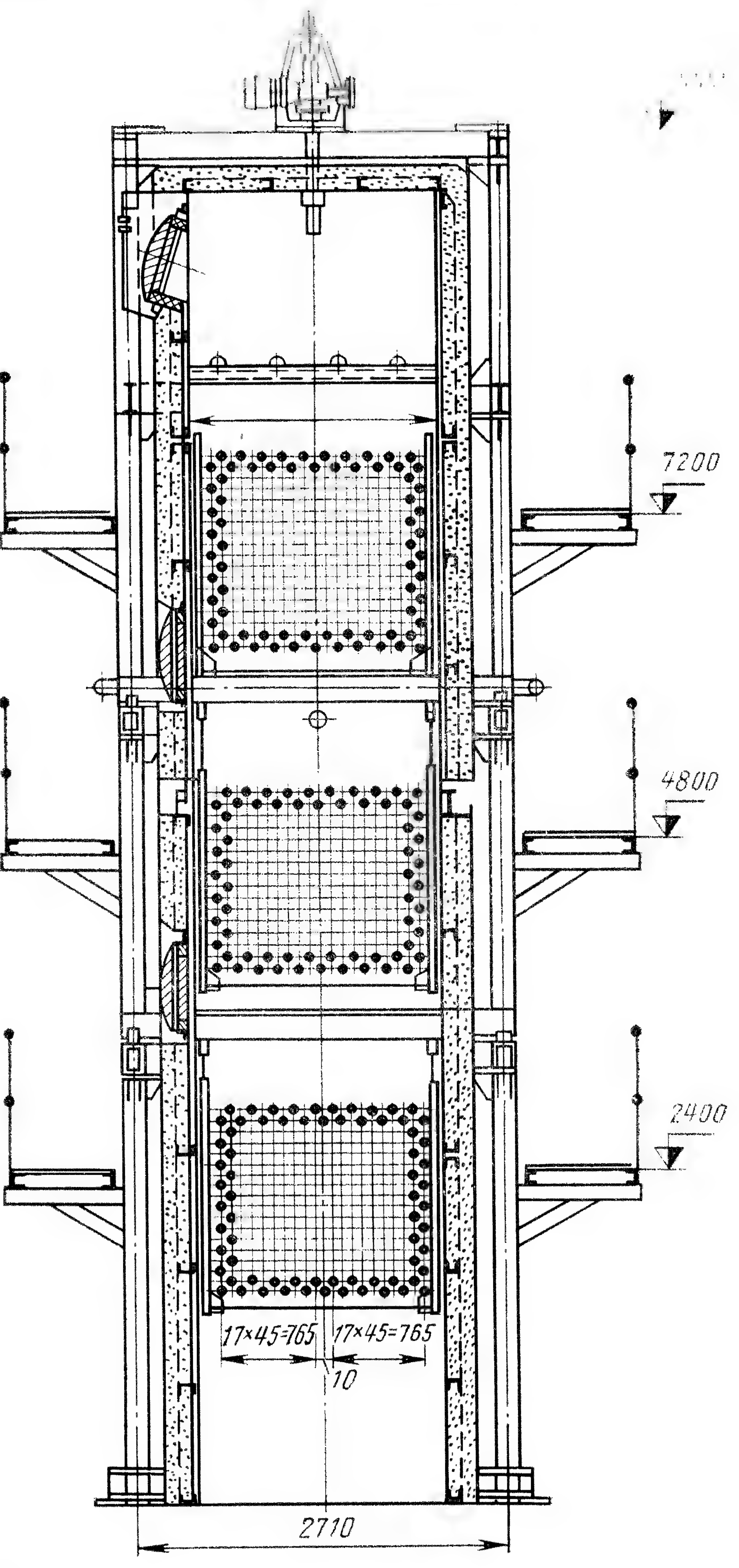


Рис. 19. Котел-утилизатор КУ-40-1:
а — продольный разрез; *б* — поперечный разрез

Таблица 5

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-40-1		
Паропроизводительность, т/ч	12,9	13,45	9,2
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,5	1,8	1,8
Температура, °С:			
перегретого пара	385	385	336
питательной воды	102	102	102
газов:			
на входе в котел	850	850	650
на выходе из котла	248	227	216
Расход газов, нм³/ч	40×10^3	40×10^3	40×10^3
Поверхность нагрева, м²:			
испарительной части	372	372	372
пароперегревателя	43,5	43,5	43,5
водяного экономайзера	185	185	185
Аэродинамическое сопротивление, кПа	1,136	1,136	1,136
Габаритные размеры, м:			
длина	11,5	11,5	11,5
ширина	5,2	5,2	5,2
высота	11,1	11,1	11,1
Масса металлической части котла с арматурой, т	65	63	63

Котлы-утилизаторы КУ-60-2, КУ-80-3, КУ-100-1, КУ-125

Котлы-утилизаторы КУ-60-2 (рис. 20, табл. 6), КУ-80-3 (рис. 21, табл. 7), КУ-100-1 (рис. 22, табл. 8), КУ-125 (рис. 23, табл. 9) предназначены для выработки перегретого пара на основе использования физического тепла газов, выходящих из мартеновских, нагревательных и других технологических печей. Устанавливается непосредственно за печами.

Предусмотрена полуоткрытая установка котлов с устройством утепленной пристройки с фронтовой стороны для защиты от воздействия окружающей среды оборудования, арматуры и приборов. Рассчитан на работу под разрежением. Сейсмичность района установки — 6 баллов.

Все поверхности нагрева котлов выполнены из бесшовных труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20) и состоят из водяного экономайзера, испарительной части котла и пароперегревателя. Компоновка поверхностей нагрева П-образная. В первом восходящем газоходе по ходу газов расположены первая предвключенная секция испарительной поверхности нагрева, пароперегреватель, вторая испарительная секция и второй пакет третьей испарительной секции.

Во втором опускном газоходе сверху вниз расположены: пакет третьей испарительной секции и два пакета экономайзера.

Конструкции всех котлов серии унифицированы по форме и высоте пакетов змеевиковых поверхностей нагрева. Все поверхности нагрева котла изготовлены в виде сварных блоков с шахматным расположением труб в пакетах. Шаги труб приняты следующие: в ряду по ширине газохода для первой предвключенной секции — 172 мм, для второй и третьей испарительных секций и пароперегревателя — 68 мм, для экономайзера — 90 мм; шаг труб по ходу газов 70 мм во всех пакетах.

Испарительная часть котла выполнена по схеме с многократной принудительной циркуляцией (МПЦ) с тремя параллельно включенными секциями. Циркуляция осуществляется двумя циркуляционными насосами (один резервный), рассчитанными на перекачку перегретой котловой воды. Из барабана котловая вода поступает в циркуляционный насос, которым подается в шлакоуловитель. Из шлакоуловителя вода по трубам подается параллельно в три испарительные секции котла. Из выходных камер испарительных секций пароводяная смесь поступает в барабан.

Барабан котла — сварной, с внутренним диаметром 1508 мм, толщиной стенки 16 мм на давление 1,8 МПа и 36 мм на давление 4,5 МПа, выполнен из стали 20К. Внутри барабана устанавливаются паросепарационные циклоны.

Питательная деаэрированная вода подводится к экономайзеру котла по одному трубопроводу. Из выходной камеры экономайзера питательная вода отводится в распределительную трубу внутреннего устройства барабана. Между шламоуловителем и питательным трубопроводом имеется перемычка, по которой на вход экономайзера может быть подана циркуляционная котловая вода (линия рециркуляции).

Типоразмеры котлов серии различаются по ширине, то есть по числу параллельно включенных змеевиков в пакетах. Кроме этого, по длине зме-

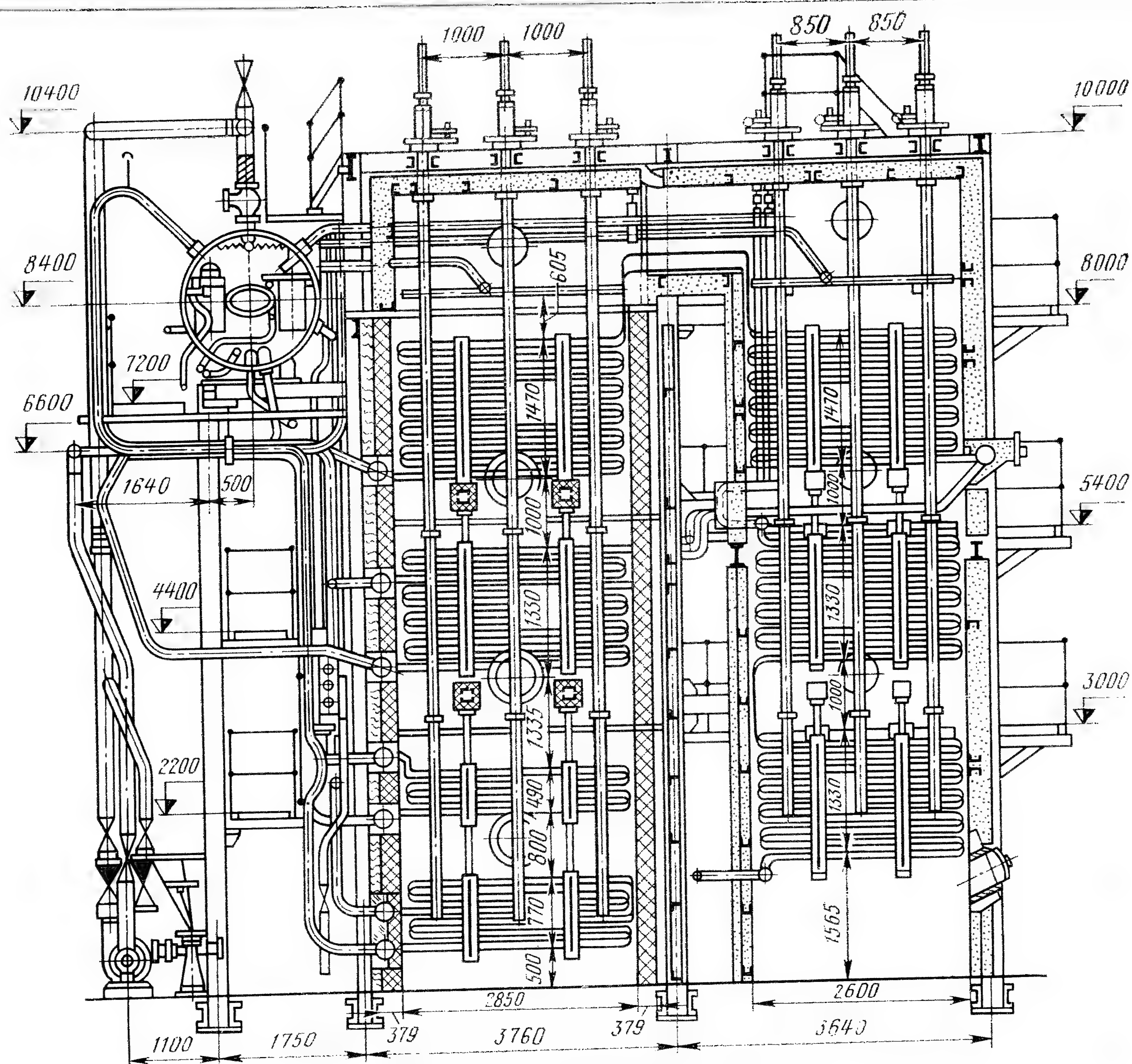


Рис. 20. Котел-утилизатор КУ-60-2

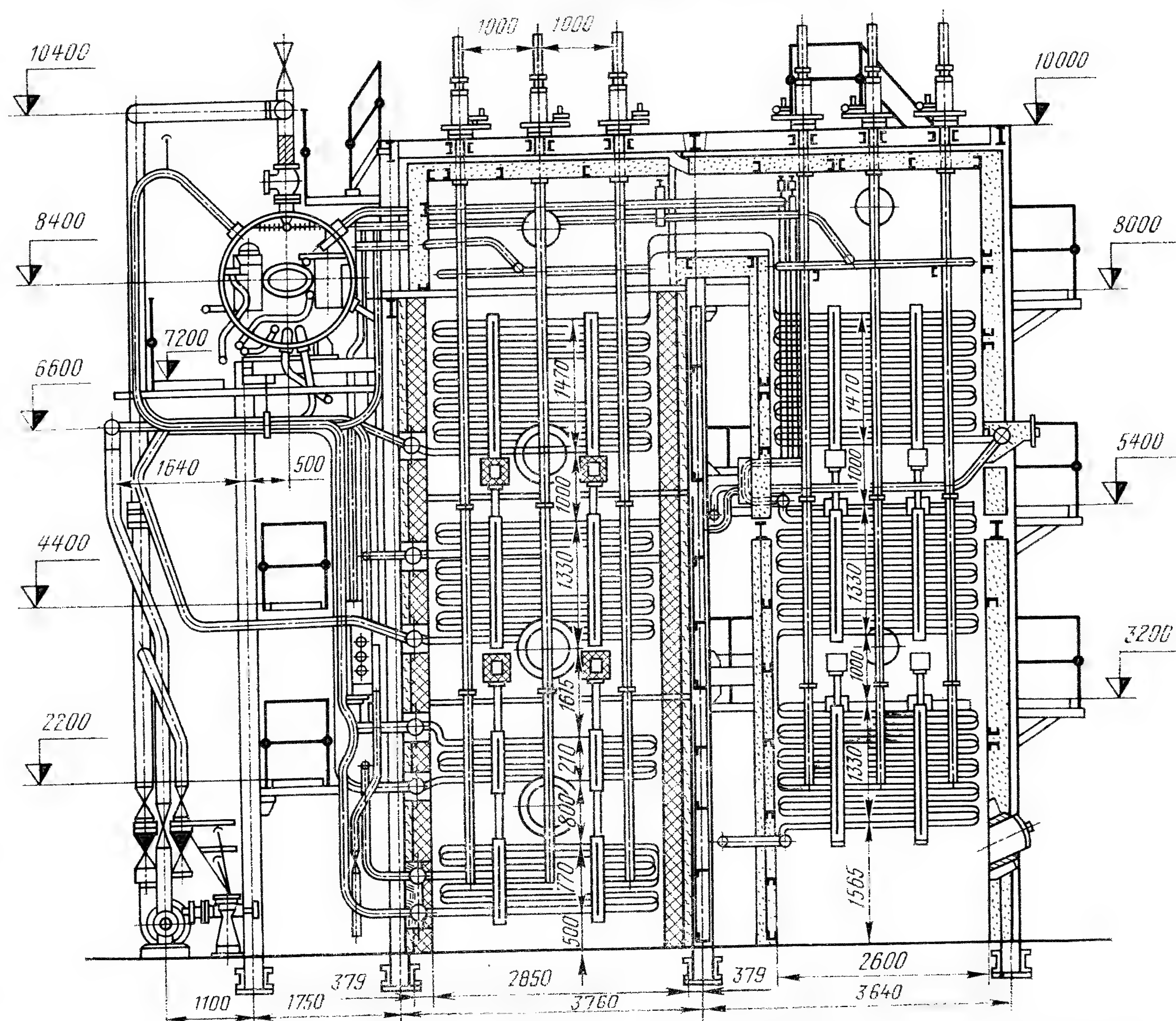


Рис. 21. Котел-утилизатор КУ-80-3

евиковых пакетов котлы разбиты на две группы: котлы КУ-60-2 и КУ-80-3 имеют длину газоходов в свету (подъемного—2850 и опускного—2600 мм); котлы КУ-100-1 и КУ-125 — соответственно 3450 и 3150 мм.

Конструкцией котлов предусмотрена возможность применения паровой механизированной обдувки типа ОМВ завода «Ильмарине».

Каркас котла — металлический, сварной. Обмуровка подъемного газохода выполнена из огнеупорного и термоизоляционного кирпича. Опускной газоход не обмуровывается, имеется только наружная теплоизоляция металлической обшивки газохода.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Питание котла и сигнализация уровня воды в барабане автоматизированы.

Котлы поставляются транспортабельными блоками: барабан, пароперегреватель, испарительная поверхность, водяной экономайзер, трубопровод в пределах котла, гарнитура и опоры барабана, паросепарационное устройство, устройство для отбора проб пара и воды, сниженные водоуказатели, арматура котла и приводы к ней, обдувочные приборы, каркас, обшивка, помосты и лестницы.

Таблица 6

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-60-2			
Паропроизводительность, т/ч	19	12,8	19,9	13,8
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,5	4,5	1,8	1,8
Температура, °С:				
перегретого пара	392	370	366	340
газов:				
на входе в котел	850	650	850	650
на выходе из котла	252	242	229	217
Расход газов через котел, нм³/ч	60×10^3	60×10^3	60×10^3	60×10^3
Сопротивление газового тракта, кПа	1,131	—	1,066	—
Поверхность нагрева, м²:				
I испарительного пакета	46	46	46	46
пароперегревателя	70	70	70	70
II испарительного пакета	173	173	173	173
III испарительного пакета	192	192	192	192
IV испарительного пакета	175	175	175	175
водяного экономайзера	247	247	247	247
Габаритные размеры, м:				
длина	11,3	11,3	11,3	11,3
ширина	7,3	7,3	7,3	7,3
высота	11,0	11,0	11,0	11,0
Масса металлической части котла с арматурой, т	88,0	88,0	84,0	84,0

Таблица 7

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-80-3			
Паропроизводительность, т/ч	25,8	17,3	26,9	18,4
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,5	4,5	1,8	1,8
Температура, °С:				
перегретого пара	385	365	358	336
газов:				
на входе в котел	850	650	850	650
на выходе из котла	248	239	227	216
Расход газов, нм³/ч	80×10^3	80×10^3	80×10^3	80×10^3
Сопротивление газового тракта, кПа	1,218	—	1,166	—
Поверхность нагрева, м²:				
I испарительного пакета	60	60	60	60
пароперегревателя	87	87	87	87
II испарительного пакета	219	219	219	219
III испарительного пакета	244	244	244	244
IV испарительного пакета	221	221	221	221
водяного экономайзера	370	370	370	370
Габаритные размеры, м:				
длина	11,3	11,3	11,3	11,3
ширина	8,0	8,0	8,0	8,0
высота	11,0	11,0	11,0	11,0
Масса металлической части котла с арматурой, т	98,0	98,0	93	93

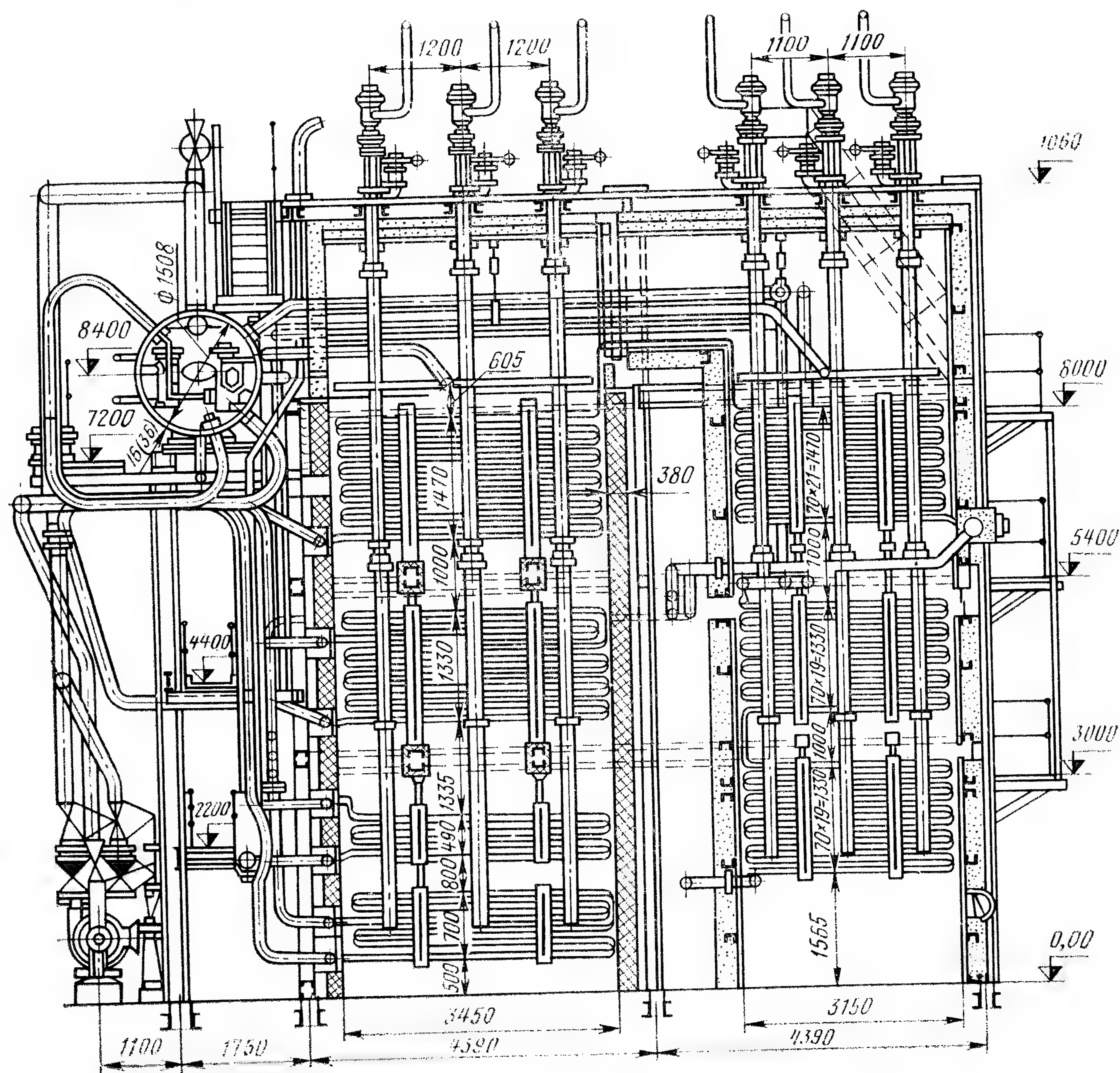


Рис. 22. Котел-утилизатор КУ-100-1

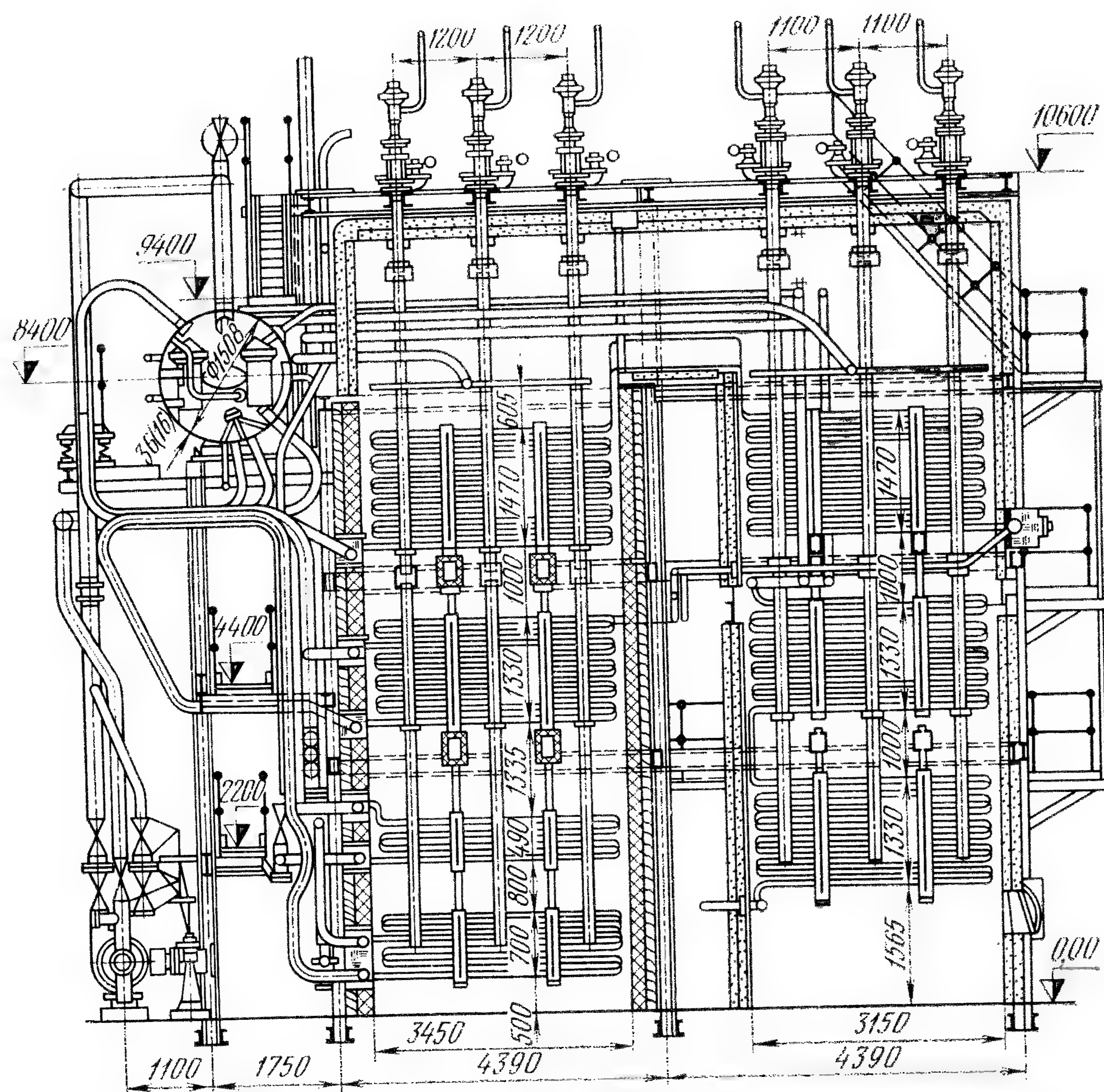


Рис. 23. Котел-утилизатор КУ-125

Таблица 8

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-100-1			
Паропроизводительность, т/ч	32,6	21,8	33,9	23,2
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,5	4,5	1,8	1,8
Температура, °С:				
перегретого пара	382	363	360	339
газов:				
на входе в котел	850	650	850	650
на выходе из котла	242	220	242	220
Расход газов, нм³/ч	100×10^3	100×10^3	100×10^3	100×10^3
Сопротивление газового тракта, кПа	1,177	—	1,121	—
Поверхность нагрева, м²:				
I испарительного пакета	85	85	85	85
пароперегревателя	110	110	110	110
II испарительного пакета	285	285	285	285
III испарительного пакета	315	315	315	315
IV испарительного пакета	295	295	295	295
водяного экономайзера	460	460	460	460
Габаритные размеры, м:				
длина	12,6	12,6	12,6	12,6
ширина	8,2	8,2	8,2	8,2
высота	11,6	11,6	11,6	11,6
Масса металлической части котла с арматурой, т	121	121	116	116

Таблица 9

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-125			
Паропроизводительность, т/ч	40,8	27,4	42,4	29,4
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,5	4,5	1,8	1,8
Температура, °С:				
перегретого пара	385	365	365	341
газов на входе в котел	850	650	850	650
Расход газов через котел, нм³/ч	125×10^3	125×10^3	125×10^3	125×10^3
Сопротивление газового тракта, кПа	1,28	—	1,085	—
Поверхность нагрева, м²:				
I испарительного пакета	110	110	110	110
пароперегревателя	144	144	144	144
II испарительного пакета	370	370	370	370
III испарительного пакета	410	410	410	410
IV испарительного пакета	380	380	380	380
водяного экономайзера	615	615	615	615
Габаритные размеры, м:				
длина	12,6	12,6	12,6	12,6
ширина	9,2	9,2	9,2	9,2
высота	11,6	11,6	11,6	11,6
Масса металлической части котла с арматурой, т	140	140	134	134

Котел-утилизатор КУ-100Б-I

…тел-утилизатор КУ-100Б-1 (рис. 24, табл. 10) …значен для выработки перегретого пара на … использования физического тепла газов, …ящих из мартеновских, нагревательных и … технологических печей. Устанавливается …редственно за печами. Рассчитан на работу …азрежением. Сейсмичность районов установ- … баллов.

…редусматривается полуоткрытая установка … с утепленной пристройкой с фронтовой сто- …и застройкой бункерной части, в которых …лагаются оборудование, арматура и приборы, …ющие обслуживания при эксплуатации.

…котле КУ-100Б-1 поверхности нагрева распо- …ны в одном вертикальном газоходе с выходя- …потоком газов. По ходу газов снизу вверх по- …сти нагрева котла расположены в следую- …порядке: первая, предвключенная, испари- …ая секции; пароперегреватель; вторая испа- …ьная секция; третья испарительная секция; во- … экономайзер.

…е поверхности нагрева котла изготовляются …есшовных труб диаметром 28 мм с толщиной …и 3 мм (сталь 20) и поставляются заказчику …е сварных блоков, собранных из змеевиков. …труб по ходу газов во всех пакетах — 50 мм. …труб в горизонтальном ряду в пакетах пред- …ченной испарительной секции и пароперегре- …я — 110 мм, в пакетах второй и третьей ис- …телных секций — 85 мм, в пакетах экономай- … — 80 мм.

…спарительная часть котла выполнена по схе- … многократной принудительной циркуляцией …мя параллельными секциями. Первая испа- …ьная секция расположена в газоходе перед …перегревателем. Отвод газов из котла произ- …тся металлическим газоходом, привариваемым …шивке в верхней части вертикального газохо- …над поверхностями нагрева к любой из четы- …го сторон, которая определяется при проекти- …нии установки котла.

…иркуляция котловой воды осуществляется …я циркуляционными насосами, один из кото- … является резервным. Котловая вода из бара- … по двум трубопроводам диаметром 150 мм …упает на вход циркуляционного насоса, кото- … подает ее в шламоуловитель. Из шламоуло- …ля, по трем трубопроводам диаметром 100 мм …вая вода поступает во входные коллекторы … испарительных секций.

Из выходных камер испарительных секций пароводяная смесь поступает в барабан, причем из секции пароводяная смесь предварительно поступает в систему охлаждаемых опорных балок, по которым проходит двумя параллельными потоками в направлении снизу вверх. Выходы из верхних балок соединены с барабаном трубопроводами диаметром 125 мм. От второй и третьей испарительных секций пароводяная смесь отводится в барабан по четырем трубопроводам D_y 100 мм. Внутри барабана пароводяная смесь направляется на вход сепарационных циклонов, в которых производится разделение пароводяной смеси.

Барабан котла внутренним диаметром 1500 мм выполняется сварным из стали 20К, толщина стенки обечайки — 20 мм.

Питательная химически очищенная деаэрированная вода подводится к входному коллектору экономайзера по одному трубопроводу D_y 80.

Блоки испарительной части котла и пароперегревателя опираются на балки круглого сечения, охлаждаемые котловой водой. Балки изготовляются из бесшовных труб диаметром 219 мм с толщиной стенки 16 мм с внутренней вставкой наружным диаметром 108 мм, примененной для увеличения скорости охлаждающей воды. Концы балок подвешиваются к металлическим конструкциям каркаса. Блоки экономайзера опираются на балки коробчатого сечения, охлаждаемые воздухом.

Обмуровка газохода выполнена из огнеупорного и термоизоляционного кирпича.

Для очистки поверхностей нагрева применяются дробеочистки со скиповым подъемом дроби и ударно-акустическая.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Питание котла и сигнализация уровня воды в барабане автоматизированы.

Котел поставляется транспортабельными блоками: барабан, пароперегреватель, испарительная поверхность, водяной экономайзер, трубопровод в пределах котла, гарнитура и опоры барабана, паросепарационное устройство, устройство для отбора проб пара и воды, сниженные водоуказатели, арматура котла и приводы к ней, каркас, обшивка, помосты и лестницы.

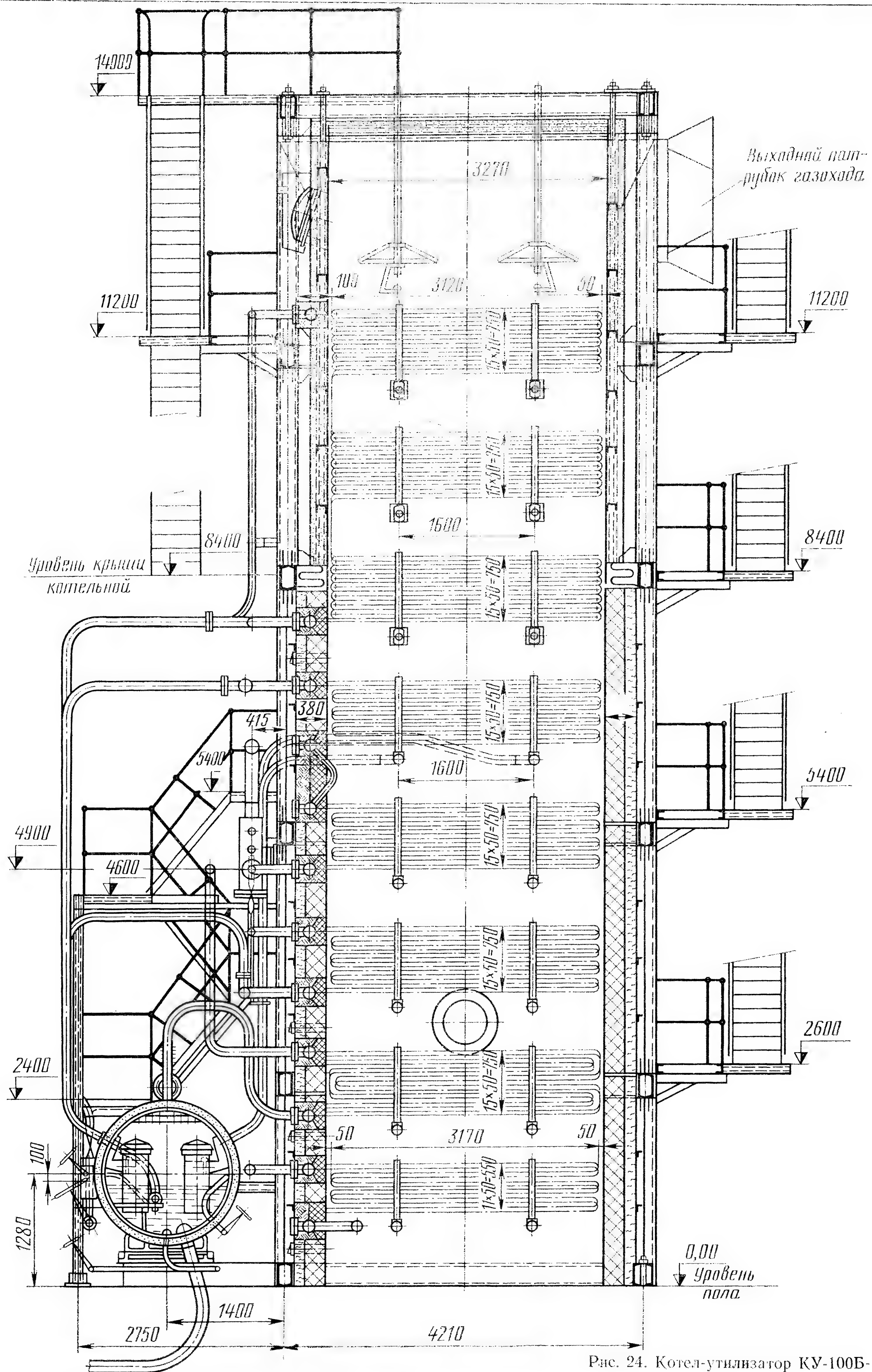


Рис. 24. Котел-утилизатор КУ-100Б-1

Таблица 10

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-100Б-1		
...водительность, т/ч	32,5	22,3	17,3
...ние перегретого пара, МПа абс.	1,8	1,8	1,8
...ратура, °С.			
...регретого пара	395	368	348
...ательной воды	102	102	102
...зов:			
на входе в котел	850	650	550
на выходе из котла	232	222	217
... газов, нм³/ч	100×10³	100×10³	100×10³
...рхность нагрева, м²:			
испарительной части	592	592	592
пароперегревателя	137	137	137
водяного экономайзера	497	497	497
...динамическое сопротивление, кПа	0,949	0,949	0,949
...баритные размеры, м:			
длина	9,5	9,5	9,5
ширина	7,8	7,8	7,8
высота	15	15	15
...сса металлической части котла с арматурой, т	90,5	90,5	90,5

Котел-утилизатор КУ-150

...л-утилизатор КУ-150 (рис. 25; табл. 11) ...начен для выработки перегретого пара на ...использования физического тепла газов, ...щих из мартеновских, нагревательных и ...технологических печей. Устанавливается ...дственно за печами.

...дусматривается полуоткрытая установка ...с устройством утепленной пристройки с ...вой стороны для защиты оборудования, ар... и приборов от воздействия окружающей ...

... поверхности нагрева выполнены из бес... труб диаметром 32 мм с толщиной стенки ...сталь 20) и состоят из водяного экономайзе... ...арительной части и пароперегревателя. Ком...а поверхностей нагрева П-образная. В пер...сходящем газоходе по ходу газов располо... первая предвключенная секция испаритель... ...верхности нагрева, пароперегреватель, вто... ...спарительная секция и второй пакет третьей ...ительной секции. Во втором, опускном газо... сверху вниз по ходу газов расположены пер... пакет третьей испарительной секции и три ... экономайзера.

...нструкция котла аналогична другим котлам ... КУ. Все поверхности нагрева котла изготов... в виде сварных блоков с шахматным распо...жением труб в пакете. Каждый пакет состоит ...тырех блоков. Несущие балки блоков испари...ой секции и пароперегревателя выполнены из ...ных труб и охлаждаются циркуляционной ... Шаги труб приняты: в ряду по ширине га... для первой предвключенной секции — 172 мм, для второй и третьей испарительных секций и пароперегревателя — 68 мм, для экономайзера — 90 мм; шаг труб по ходу газов — 70 мм во всех пакетах.

Внутренний размер ширины газоходов котла, определяемый числом параллельно включенных змеевиков испарительной части, пароперегревателя и экономайзера, составляет 5810 мм. Размеры первого восходящего по длине змеевиков газохода равны 3450 мм, второго опускного — 3150 мм.

Испарительная часть котла выполнена по схеме с многократной принудительной циркуляцией (МПЦ) с тремя параллельно включенными секциями. Циркуляция осуществляется двумя циркуляционными насосами, один из которых является резервным. Из барабана котловая вода поступает в циркуляционный насос, который подает ее в шламоуловитель. Из шламоуловителя вода по трубам идет параллельно в три испарительные секции котла. Из выходных камер испарительных секций пароводяная смесь поступает в барабан.

Барабан котла с внутренним диаметром 1508 мм выполнен сварным из стали 20К. Толщина стенки барабана — 36 мм. Внутри барабана имеются паросепарационные устройства.

Питательная деаэрированная вода подводится к котлу по одному трубопроводу. Из выходных камер экономайзера питательная вода отводится в барабан и поступает в водяное пространство его через распределительную трубу внутрибарабанного устройства. Между шламоуловителем и питательным трубопроводом перед экономайзером имеется перемычка, по которой на вход экономайзера

Рис. 25. Котел-утилизатор КУ-150

... быть подана циркуляционная котловая во... рециркуляции).

... пароперегревателя является смешанной, ...рой пар проходит последовательно снача... змеевикам двух левых блоков сверху вниз, ... по змеевикам двух правых блоков снизу ...

...трукцией котла предусмотрена возмож... применения паровой механизированной об... типа ОМВ завода «Ильмарине».

...ркас котла — металлический, сварной. Обму... подъемного газохода выполнена из огнеупор... термоизоляционного кирпича. Опускной газоход не обмуровывается, имеется только наружная теплоизоляция металлической обшивки котла.

Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Питание котла и сигнализация уровня воды в барабане автоматизированы.

Котел поставляется транспортабельными блоками: барабан, пароперегреватель, испарительная поверхность, водяной экономайзер, трубопровод в пределах котла, гарнитура и опоры барабана, паросепарационное устройство, устройство для отбора проб пара и воды, сниженные водоуказатели, арматура котла и приводы к ней, обдувочные приборы, каркас, обшивка, помосты и лестницы.

Таблица 11

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	КУ-150	
Паропроизводительность, т/ч	50,5	34,5
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,5	4,5
Температура, °С:		
перегретого пара	393	368
питательной воды	102	102
газов:		
на входе в котел	850	650
на выходе из котла	213	212
Расход газов через котел, нм³/ч	150×10³	150×10³
Сопротивление котла по газам, кПа	1,137	1,137
Габаритные размеры, м:		
длина	14,5	14,5
ширина	10,2	10,2
высота	12,0	12,0
Масса металлической части котла с арматурой, т	170	170

Центральный пароперегреватель ЦП-60-С

...тральный пароперегреватель ЦП-60-С (...; табл. 12) предназначен для перегрева на...ного пара, вырабатываемого котлами-утили...ми. Давление насыщенного пара 1,9 МПа (...0-С-19) и 4,5 МПа (ЦП-60-С-45). В качест... ...лива применяется доменный газ теплотвор...способностью 1000 ккал/нм³. Пароперегрева... рассчитан на установку в районах с сейсмич... до 7 баллов.

...перегреватель выполнен по П-образной ...вке с учетом установки в закрытом поме... или на открытом воздухе. Состоит из экра...анной топочной камеры, подъемного газохо... конвективной частью пароперегревателя и ...ного газохода, в котором установлены подо...тель воздуха и подогреватель доменного газа. ...овые стены, потолок и под топочной камеры ...рованы трубами радиационной части паро...ревателя. На фронтовой стене топочной ка...ы установлена туннельная смесительная горел... ...менного газа. В задней части топочной камеры потолочные экранные трубы разведены в фестон для прохода газов в газоход конвективной части пароперегревателя.

Пар от котлов-утилизаторов поступает в радиационную часть пароперегревателя, затем по перепускным трубам подводится к верхнему пакету конвективной части пароперегревателя. Последняя выполнена по противоточной схеме с горизонтально расположенными змеевиками. Конвективная часть пароперегревателя состоит из двух блоков: первый по ходу пара выполнен из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), второй — из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 4 мм (сталь 12Х1МФ).

Радиационная часть пароперегревателя выполнена из труб диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 15ХМ для пароперегревателя ЦП-60-С-45 и сталь 20 для пароперегревателя ЦП-60-С-19).

Подогреватель доменного газа — трубчатый, горизонтальный, расположен между двумя ступеня-

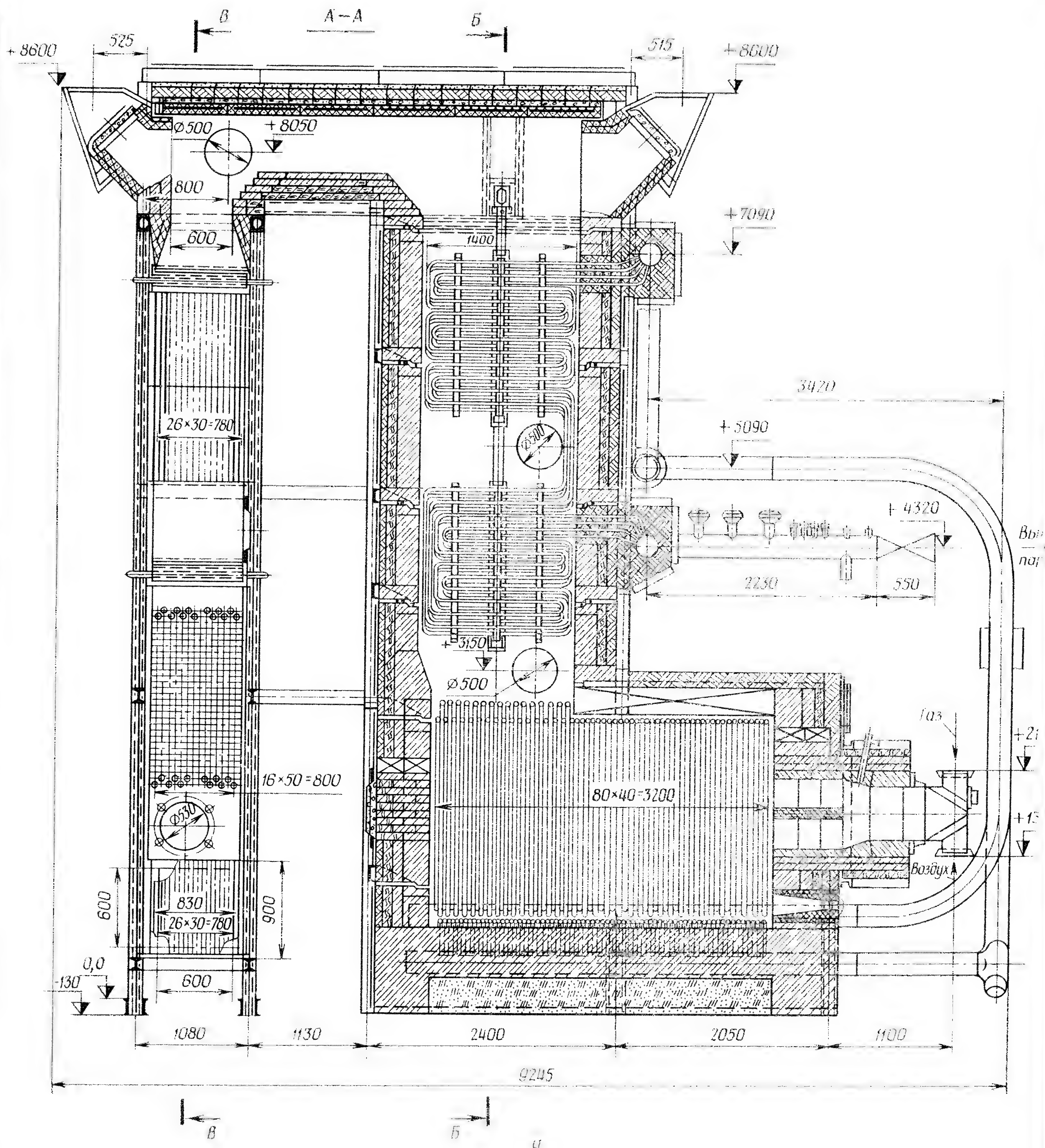
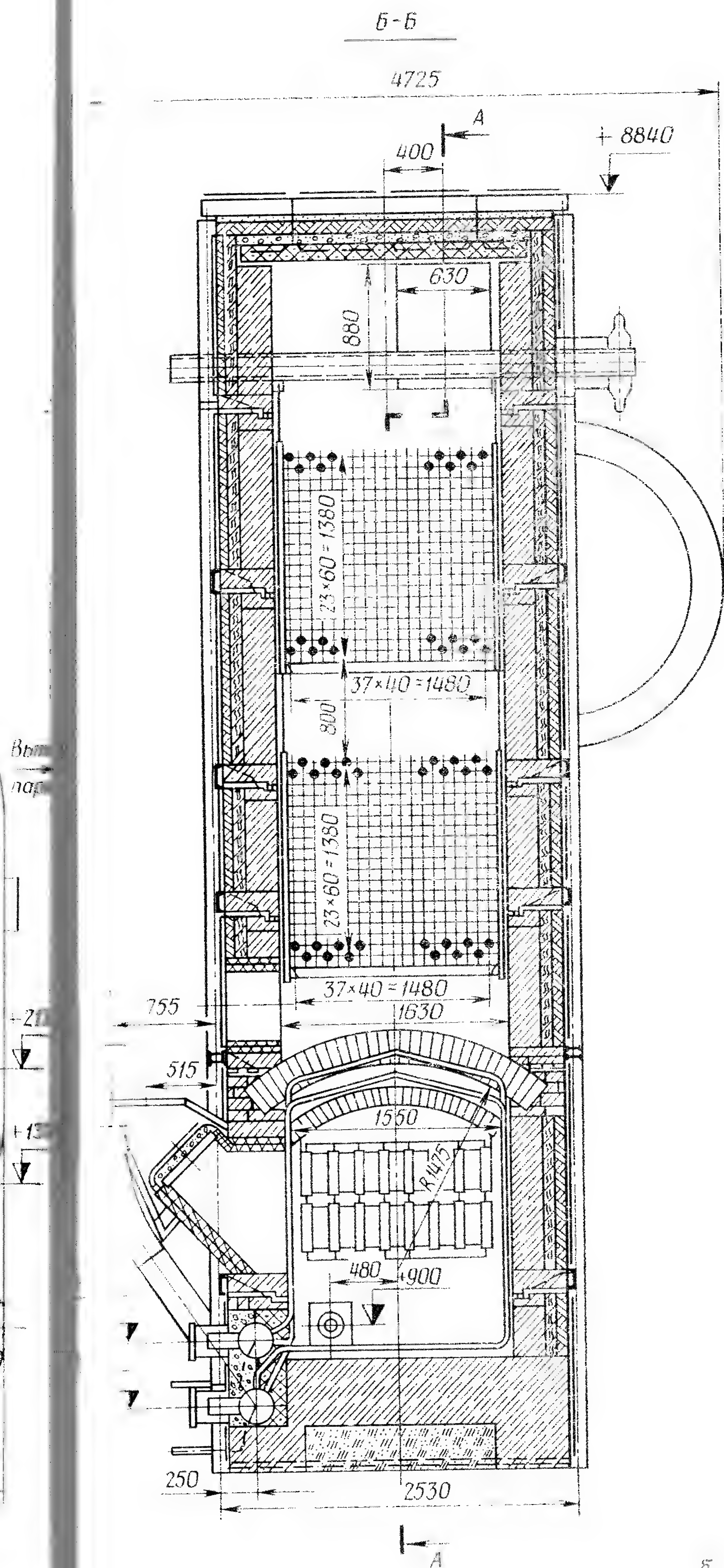
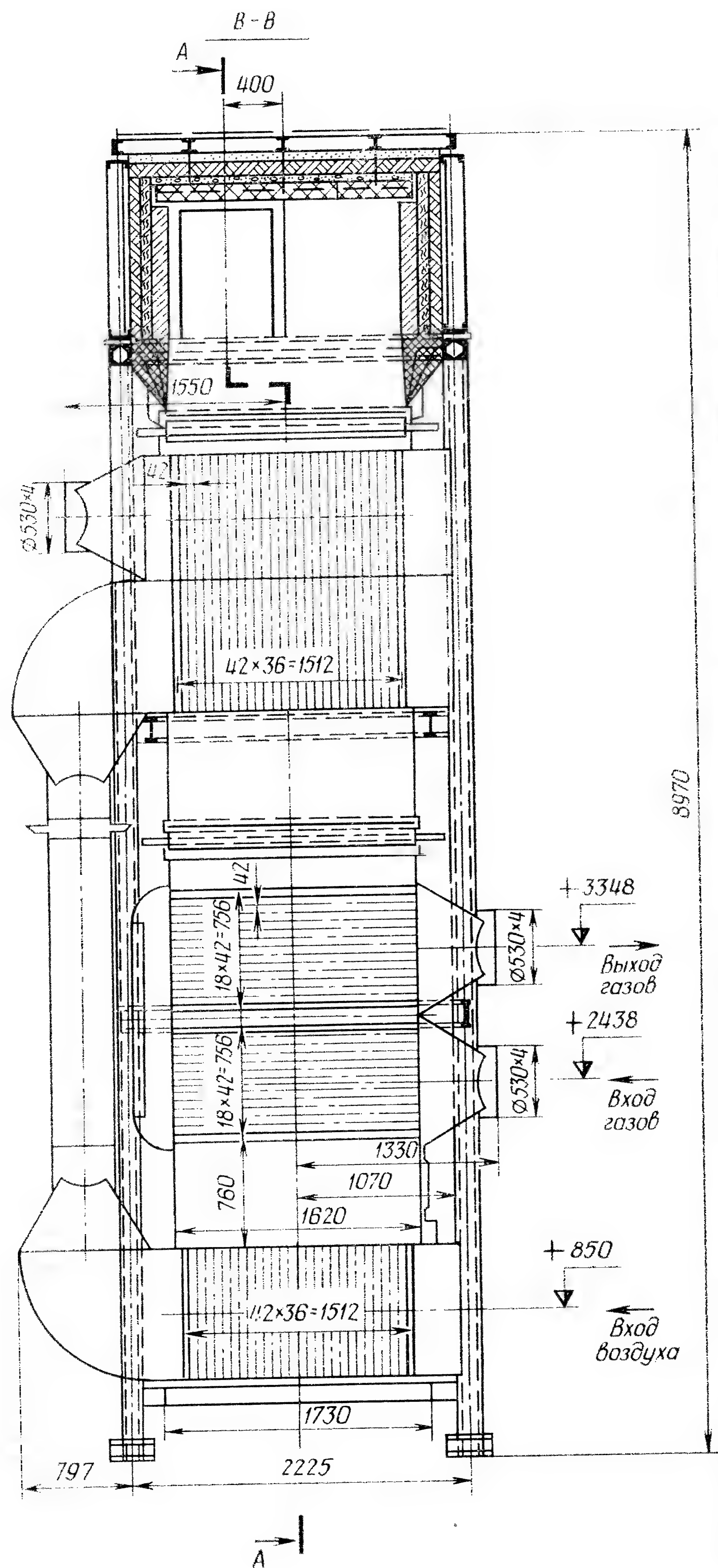


Рис. 26. Центральны
а – продольный разр





б

...перегреватель ЦП-60-С:
...перечный разрез

Таблица 12

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Показатель	ЦП-60-С-19	ЦП-60-С-45
Паропроизводительность, т/ч	40	40
Давление насыщенного пара, МПа абс.	1,9	4,5
Температура, °С:		
пара:		
на входе	216	259
на выходе	380	445
уходящих газов	204	240
воздуха:		
на входе	35	35
на выходе	285	330
доменного газа:		
на входе	50	30
на выходе	155	170
Расход доменного газа, нм³/ч	4605	6265
Поверхность нагрева, м²:		
радиационной части пароперегревателя	21,32	21,32
фестона	5,27	5,27
конвективной части пароперегревателя	149,1	149,1
воздухоподогревателя:		
II ступени по ходу воздуха	110	110
I ступени по ходу воздуха	55	55
подогревателя доменного газа	69,4	69,4
Сопротивление парового тракта, МПа	0,235	0,27
Сопротивление, кПа:		
газового тракта	0,611	1,098
воздухоподогревателя по воздуху	0,568	1,059
газоподогревателя по доменному газу	0,307	0,555
Габаритные размеры (без площадок и лестниц), м:		
длина	9,25	9,25
ширина	4,72	4,72
высота	8,97	8,97
Масса металлической части котла, т	26	26

ми воздухоподогревателя. Доменный газ проходит внутри труб и делает два хода. Подогретый доменный газ подается к горелке центрального пароперегревателя.

Воздухоподогреватель состоит из одноходового трубчатого куба в нижней части опускного газохода и двухходового трубчатого куба — в верхней части газохода. Трубы воздухоподогревателя расположены вертикально. Внутри труб проходят топочные газы. Подогретый воздух используется для сжигания доменного газа в смесительной горелке топки центрального пароперегревателя.

Воздухоподогреватель и подогреватель доменного газа выполнены из труб диаметром 45 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20).

Каркас центрального пароперегревателя — металлический, сварной конструкции. Для обеспечения газовой плотности предусмотрена металлическая обшивка.

Обмуровка газоходов — трехслойная. Выполнена из шамотного и диатомитового кирпича и слоя совелитовых плит.

Для защиты пароперегревателя при отключении предусмотрена продувочная линия от выходной камеры центрального пароперегревателя.

Для контроля работы центральный пароперегреватель оснащен контрольно-измерительными приборами.

Центральный пароперегреватель поставляется транспортабельными блоками: горелка доменного газа, конвективная поверхность, воздухоподогреватель, газоподогреватель, каркас, обшивка, гарнитура, внешние паропроводы, арматура. Радиационная поверхность поставляется россыпью.

Площадки и лестницы для центрального пароперегревателя ЦП-60-С не поставляются.

Охладители конвертерных газов ВОКГ-80-2, ОКГ-130, ОКГ-130бд, ОКГ-180, ОКГ-250-2, ОКГ-250-М2бд, ОКГ-400

Охладители конвертерных газов (ОКГ) предназначены для дожигания и охлаждения газов, выходящих из сталеплавильного конвертера.

Отвод газов от конвертеров осуществляется несколькими способами, которые различаются величиной коэффициента избытка воздуха α на выходе из охладителя. Среди них можно выделить четыре основных, влияющих на конструкцию ОКГ:

с доступом воздуха и полным сжиганием конвертерных газов $\alpha \geqslant 1$ (ВОКГ-80-2, ОКГ-130);

без доступа воздуха и без сжигания конвертерных газов $0{,}11 > \alpha > 0$ (ОКГ-250-2, ОКГ-250-М2бд, ОКГ-130бд, ОКГ-180, ОКГ-400);

с доступом воздуха и недожогом газов в пределах взрывобезопасности $1 > \alpha > 0{,}75$;

с доступом воздуха и частичным сжиганием газов $0{,}75 > \alpha > 0{,}15$.

Следует отметить, что работа по схемам с применением частичного дожигания и недожога в пределах взрывобезопасности не рекомендуется, так как эти способы связаны со значительными выбросами несгоревшей окиси углерода в атмосферу.

Конструкции ОКГ разделяются по принципу охлаждения и размещению поверхностей в газоходах охладителей. В первом случае — это водяные охладители (ВОКГ-80-2) и охладители, представляющие собой паровые котлы с принудительной (ОКГ-250-2, ОКГ-250-М2бд, ОКГ-400, ОКГ-130, ОКГ-130бд) и комбинированной циркуляцией, где нижняя часть котла (кессон) работает на принудительной циркуляции, газоход — на естественной (ОКГ-180). Во втором — радиационные (ОКГ-250-2, ОКГ-400, ВОКГ-80-2, ОКГ-250-М2бд) и радиационно-конвективные (ОКГ-130, ОКГ-130бд, ОКГ-180).

Во всех охладителях поверхности нагрева выполнены из труб, сваренных в мембранные панели.

Конструкции охладителей конвертерных газов развивались по мере освоения новых мощностей конвертеров и совершенствования схем использования вторичного тепла в конвертерном производстве стали. Высокие тепловые нагрузки, их цикличность, высокая запыленность газов, уходящих из горловины конвертеров, наличие в газах большого количества токсичной окиси углерода — все это не могло не сказаться на конструктивных решениях охладителей конвертерных газов.

Ниже приводятся краткие описания охладителей конвертерных газов, спроектированных и изготовленных Белгородским заводом энергетического машиностроения им. 60-летия Союза ССР.

Охладитель ВОКГ-80-2 (рис. 27) предназначен для работы с полным дожигом СО конвертерных газов и устанавливается в составе газоотводящего тракта сталеплавильного конвертера емкостью 85 т.

В состав котла-охладителя входят: газоход мембранный, газоход соединительный, гидрозатвор, кессон фурменный.

Газоход мембранный имеет Л-образную конструкцию, включает в себя подъемную часть с углом подъема к горизонтали 53°08′ и опускную часть с углом между его осью и вертикалью 12°41′. Обе части газохода имеют прямоугольное сечение со сторонами 3600 и 3650 мм. Газоход выполнен из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, сваренных в мембранные панели с шагом 50 мм в подъемной части и 60 мм — в опускной части. Входные камеры подъемной части газохода защищены экраном от прямого теплового излучения из конвертера. На фронтовом экране по вертикальной оси конвертера выполнена разводка окна кислородной фурмы, в которое устанавливается фурменный кессон.

По длине мембранного газохода установлены поперечные пояса жесткости из двутавра 20 с интервалом 2400 мм. Для проведения ремонтных работ внутри газохода в экранах выполнено 16 разводок под лазы. Подъемная и опускная части газохода через водонагреваемые оконные пояса устанавливаются на металлические опоры.

Газоход соединительный является промежуточным звеном между газоходом мембранным и газоочисткой. В связи с цилиндрическим сечением существующего патрубка газоочистки газоход соединительный включает переход квадратного сечения (3820×3820 мм) в месте примыкания к газоходу мембранному на цилиндрическое сечение диаметром 3820 мм. Газоход соединительный выполнен из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, с шагом в квадратной части 50 мм и в цилиндрической — 40 мм. Для обеспечения газоплотности он имеет натрубную обшивку. Газоход соединительный посредством специальной металлоконструкции опирается на собственный каркас. Соединение по газовому тракту с газоходом мембранным осуществляется через гидрозатвор, с газоочисткой — с помощью линзового компенсатора.

Гидрозатвор включает в себя водоохлаждаемый мембранный экран, выполненный из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, верхнюю часть с уплотняющим ребром и нижнюю с гидрованной. Гидрозатвор обеспечивает газоплотность тракта в месте соединения мембранного и соединительного газоходов, а также возможность перемещения их элементов при температурном расширении.

Котел-охладитель конвертерных газов ОКГ-130 (рис. 28) предназначен для работы с полным дожиганием конвертерных газов и устанавливается за конвертерами емкостью 130 т.

Рис. 27. Охладитель конвертерных газов ВОКГ-80-2

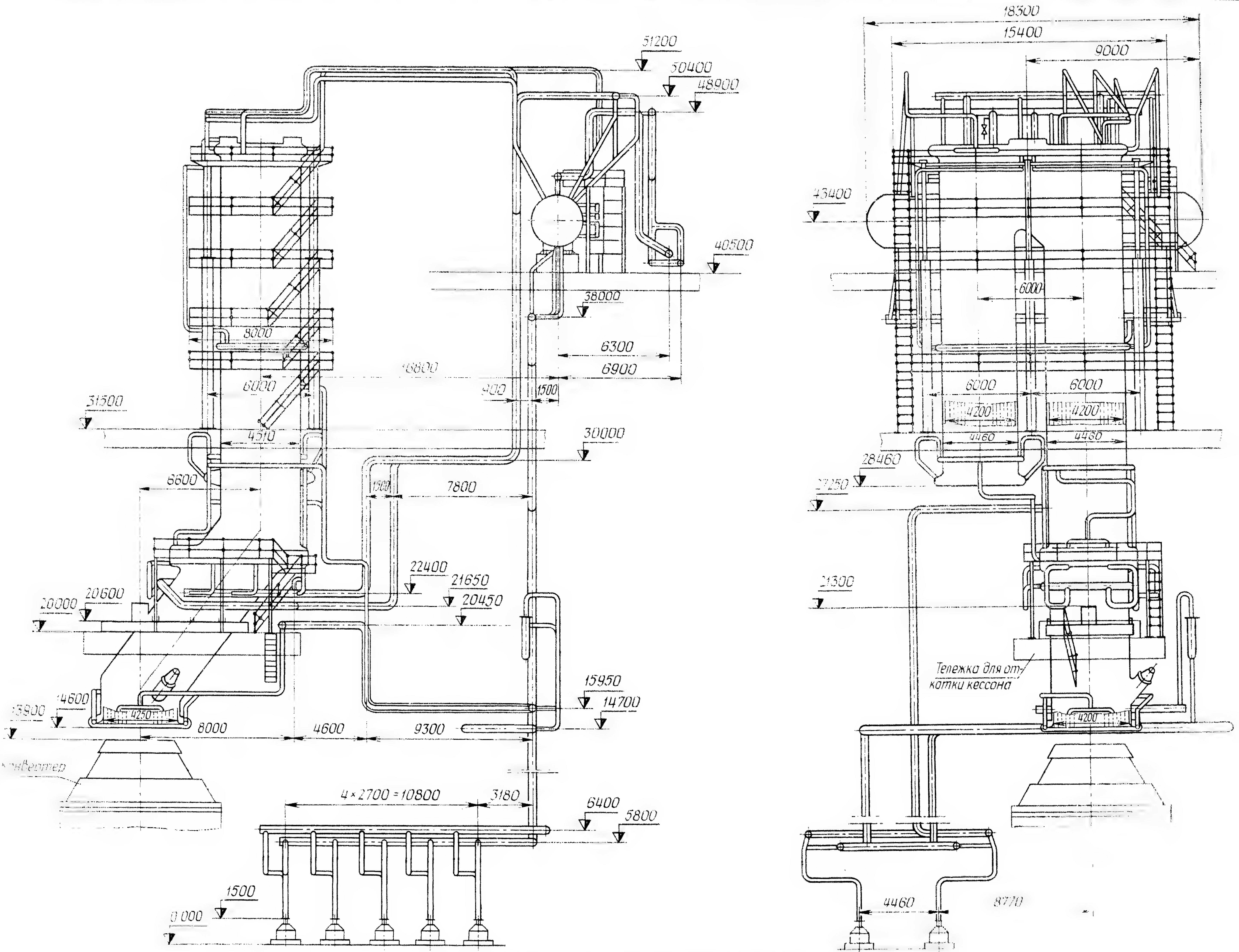


Рис. 28. Охладитель конвертерных газов ОКГ-130

ОКГ-130 представляет собой П-образный барабанный котел с принудительной циркуляцией. Нижняя часть охладителя (кессон) представляет собой четырехгранник со сторонами 4200×4250 мм, выполненный из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, с шагом 50 мм. Щели между трубами заварены полосами 12×5 мм для придания кессону газоплотности. Кессоны фурменный и сыпучих выполнены по типу «труба в трубе» диаметром цилиндрической части (по осям труб) 800 мм, с наружными трубами диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм и внутренней трубой диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм. Во второй камере кессона фурменного установлены индивидуальные фильтры с шайбами 10 мм. Нижние камеры кессона закрыты от излучения конвертера и от шлакования защитным экраном.

Стационарный газоход имеет П-образную компоновку и представляет собой четырехгранник со сторонами 4200×4250 мм, выполненный из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 50 мм в подъемном газоходе и 75 мм — в переходном и опускном газоходах. Щель между трубами заварена полосой.

Переходной газоход выполнен в виде двух Г-образных панелей из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм. В опускном газоходе расположены шесть Г-образных ширм. Ширмы представляют собой вертикальные панели из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, шаг между трубами — 75 мм. Щели между трубами заварены полосами 37×6 мм.

Барабан диаметром 3112 мм и длиной 18 300 мм содержит сепарационное устройство из двух жалюзийно-дроссельных стенок.

Принудительная циркуляция в котле осуществляется семью циркуляционными насосами (два резервных насоса).

В процессе небольшого срока эксплуатации головного образца были изменены диаметры дроссельных шайб кессона с 10 до 8,2 мм для исключения межвитковых пульсаций.

Котел-охладитель ОКГ-130бд (рис. 29) устанавливается в схеме отвода конвертерных газов без дожига CO за 130-тонными конвертерами.

Конструктивное выполнение котла аналогично охладителю ОКГ-130 с изменением конструкции экрана защитного кессона и добавлением юбки, которая служит для регулировки подсоса воздуха в охладитель. Юбка выполнена из мембранных панелей из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 75 мм. Потолок юбки — из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, высота — 1140 мм, размер в плане — 8400×8400 мм. Охлаждается юбка технической водой.

Котел-охладитель конвертерных газов ОКГ-180 (рис. 30) предназначен для охлаждения конвертерных газов без дожига CO, устанавливается за конвертерами емкостью 180 т.

Котел выполнен с комбинированной циркуляцией: нижняя часть охладителя (кессон) — на принудительной циркуляции, верхняя часть (газоход) — на естественной. Для обеспечения надежности циркуляции котел оборудован горелками для подтопки.

ОКГ-180 представляет собой П-образный барабанный котел, выполненный из газоплотных мембранных панелей. Нижняя часть охладителя (кессон) расположена над горловиной конвертера. Кессон установлен на откатной тележке и соединен со стационарным газоходом посредством песочного затвора, выполнен в виде четырехгранника со сторонами 3600×3650 мм из цельносварных панелей. Последние выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, ширина металлических полос между трубами — 12 мм. На входе в экранные трубы установлены индивидуальные фильтры с дроссельными шайбами диаметром 10 мм.

Кессон имеет наклонный участок под углом 36°52′ к вертикали. На фронтовой панели на наклонном участке размещено отверстие для прохода кислородной фурмы в конвертер. В отверстие вставляется кессон фурменный диаметром 1050 мм, выполненный в виде спирального змеевика из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом по внутренней образующей 50 мм. На боковых панелях кессона расположены два отверстия для ввода сыпучих материалов в конвертер. В эти отверстия вставляются экраны сыпучих. Для защиты нижних камер кессона от прямого излучения из конвертера и от механического воздействия со стороны настылей на горловине конвертера кессон оборудован защитным экраном, включенным в контур циркуляции котла. Экраны кессона полностью дренируемы. Во входных камерах кессона установлены фильтры с шайбами диаметром 10 мм. Кессон через опорный пояс и раму опорной металлоконструкции установлен на откатной тележке. В верхних и нижних углах кессона для создания газоплотности имеется 8 змеевиков из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм.

Зазор между конвертером и кессоном перекрывается подвижной юбкой, которая охлаждается технической водой. Юбка представляет собой мембранные панели из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 75 мм. Потолок юбки — из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм.

Стационарный газоход имеет П-образную компоновку, выполнен из цельносварных панелей, газоплотный. Он состоит из подъемного газохода, экрана защитного, экрана потолочного съемного и опускного газохода. Подъемный газоход представляет собой четырехгранник со сторонами 3600×3650 мм, выполненный из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом между трубами 75 мм. На нижнем вертикальном участке подъемного газохода (на задней стенке) вырезаны окна для установки горелок. Нижние коллекторы подъемного газохода выполнены из трубы диаметром 426 мм с толщиной стенки 24 мм для обеспечения надежной естественной циркуляции. Подъемный газоход снабжен системой рециркуляционных труб для исключения возможности попадания пара в опускную систему.

Переходной газоход снизу экранирован панелями подъемного и опускного газоходов, сверху — наклонной плоскостью опускного газохода, а по бокам — двумя прямыми панелями. Переходной газоход выполнен из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 75 мм. Между трубами вварены металлические полосы размерами 37×6 мм.

Опускной газоход экранирован из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 75 мм. В опускном газоходе установлено шесть ширм шириной 3000 мм с шагом 600 мм. Ширмы выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 75 мм цельносварными и имеют зазор между стенкой газохода и трубами ширмы — 600 мм для ремонта.

В нижней части опускного газохода расположен водяной экономайзер некипящего типа, выполненный из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм с шагом по высоте 50 мм, по ширине — 150 мм. Экономайзер состоит из четырех пакетов высотой 1200 мм. Все пакеты крепятся на подвесных экономайзерных трубах диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм. Коллекторы расположены внутри газохода. Для обслуживания предусмотрены лазы в панели опускного газохода.

Барабан котла внутренним диаметром 2000 мм длиной 12 000 мм.

Принудительная циркуляция осуществляется двумя насосами (с двумя резервными) типа 10НКУ-7-2.

Котел-охладитель ОКГ-250-2 (рис. 31) однобарабанный, вертикальный, водотрубный с многократной принудительной циркуляцией (МПЦ), предназначен для охлаждения и частичного сжигания газов, выделяющихся из сталеплавильного конвертера.

Котел выполнен в виде четырехгранного газоплотного радиационного газохода и состоит из кессона, стационарного газохода (наклонный и вертикальный), крышки ремонтного люка, кессонов сыпучих материалов и фурмы, юбки, барабана, угловых панелей кессона и газохода, трубопроводов.

Нижняя часть котла (кессон) установлена на тележке, которая перемещается в сторону во время перефутеровки конвертера. Кессон выполнен в виде четырехгранника со стороной 3420 мм (по осям труб), расширяющегося к низу равностороннего восьмигранника. Он выполнен из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 50 мм. Щели между трубами заварены полосами. В нижней части кессона трубы образуют горизонтальную подошву с наружным диаметром 7200 мм. В углах подошвы размещены четыре панели из двухзаходного змеевика диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 50 мм.

Для ввода в конвертер в период плавки сыпучих материалов и кислородной фурмы на левом и правом экранах кессона установлены два кессончика сыпучих, а на фронтовом экране — кессончик фурменный. Кессончики фурменный и сыпучих выполнены цельносварными по типу «труба в трубе» из наружных труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 7 мм и внутренних — диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм. Во входных камерах кессона установлены фильтры с шайбами диаметром 12,5 мм.

Для обеспечения газоплотности соединения кессона с наклонным газоходом предусмотрено фланцевое соединение с компенсатором и угловыми панелями. Разъем кессона выполнен на наклонной части котла.

Уплотнение нижней части кессона обеспечивается с помощью юбки, которая создает буферный объем, воспринимающий неравномерности выхода газов при продувках. Юбка выполнена из труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 72 мм и состоит из двух половин. Соединение юбки с кессоном осуществляется через песочное уплотнение. Юбка охлаждается технической водой.

Стационарный газоход разбит по контурам циркуляции на два отдельных газохода: наклонный и вертикальный. Оба в сечении представляют собой четырехгранник. В верхней части вертикального газохода расположено выходное окно для соединения с газоочисткой. Наклонный газоход выполнен из труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 5 мм и с проставками 18 мм, вертикальный — из труб диаметром 50 мм с толщиной стенки 5 мм и проставками 22 мм. Газоплотность в месте соединения газоходов достигается с помощью песочного затвора, представляющего собой цельносварной водоохлаждаемый трубчатый змеевик диаметром 50 мм с толщиной стенки 5 мм, который включен в контур циркуляции котла. Барабан котла диаметром 3112 и толщиной стенки 56 мм, длиной 14 000 мм.

Сепарация пара осуществляется с помощью внутрибарабанных циклонов. Циркуляция в котле осуществляется девятью насосами типа 10НКУ-7-2 (два резервных). Все поверхности нагрева (кроме юбки) включены в циркуляционный контур котла.

Котел-охладитель ОКГ-250-М2бд (рис. 32) предназначен для охлаждения газов, выделяющихся из сталеплавильного конвертера при продувке металла кислородом сверху.

Газовый тракт охладителя ОКГ-250-М2бд имеет Л-образную компоновку. Угол наклона газоходов к горизонтали — 50°. Конструктивно состоит из кессона, стационарного газохода, юбки, экрана защитного, узла пропуска фурмы, окна для подачи сыпучих материалов.

Кессон состоит из 15 панелей шириной 650 мм, которые составляют 15-гранник с диаметром вписанной по осям труб окружности 3372 мм и расширяющийся книзу до диаметра 4088 мм. Щели между трубами заварены полосой. Нижняя часть кессона имеет форму усеченной пирамиды.

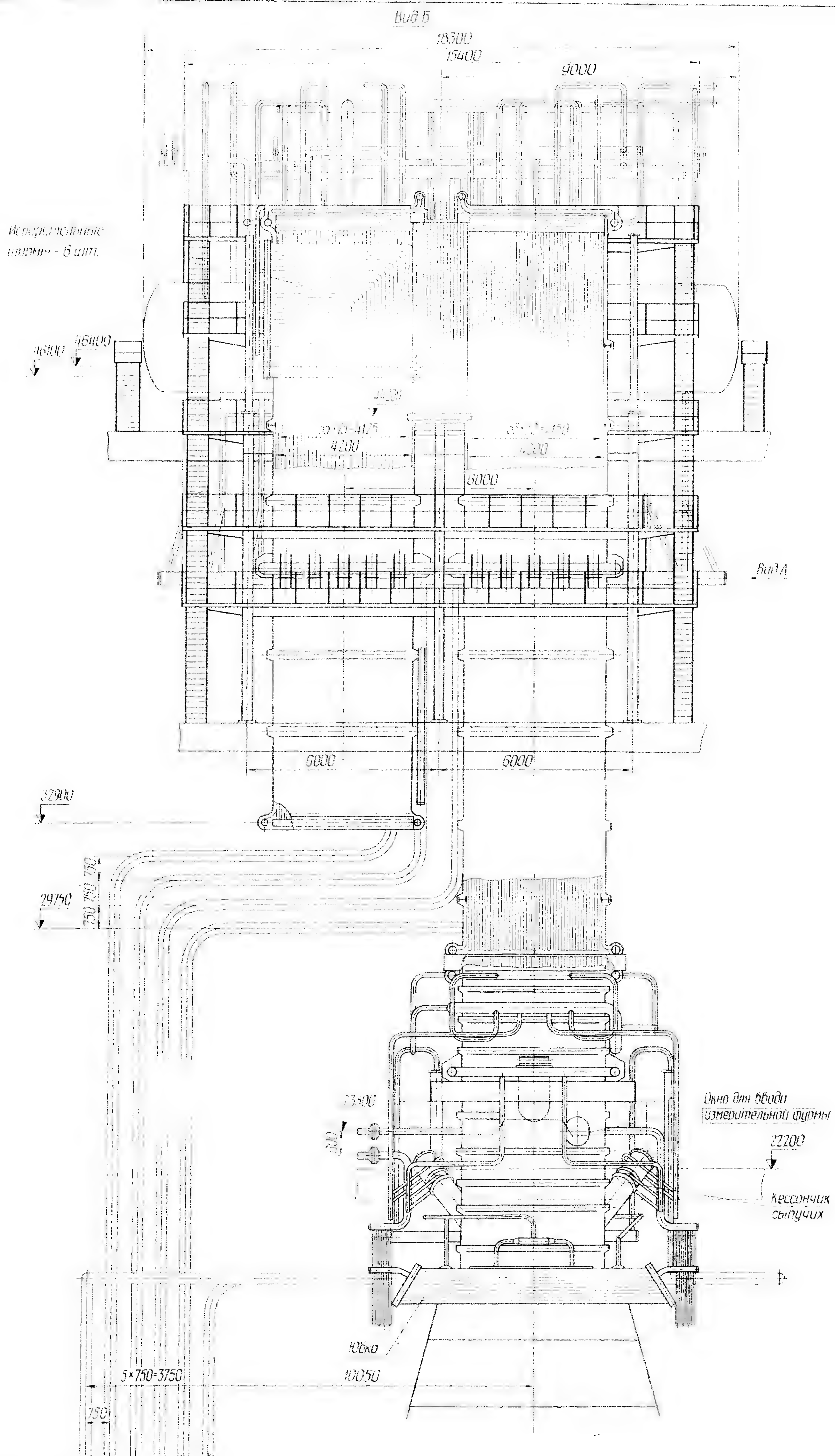
Кессон устанавливается на откатной тележке в опорах. Он выполнен полностью дренируемым через нижний коллектор.

Кессон фурменный устанавливается на кессоне в отверстии, образованном разведенными трубами фронтовой панели кессона. Кессоны сыпучих устанавливаются на боковых панелях кессона.

Стационарный газоход представляет собой П-образную 15-гранную конструкцию диаметром вписанной окружности 3372 (по осям труб), выполненную из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм с шагом 50 мм, который набирается из таких же панелей, как и кессон. Он опирается на три опоры, одну неподвижную и две подвижные. Неподвижной опорой является опорное кольцо, находящееся на горизонтальной части газохода. Подвижные опоры помещены на восходящей и неподвижной опускной частях газохода. На горизонтальной части газохода имеется люк размером 550×500 мм, через который производится ремонт. Люк закрывается газоплотной охлаждаемой крышкой. Газоход не дренируем. Соединение [illegible] и газохода осуществляется с помощью [illegible] компенсатора. В трубах входных [illegible]

Вид А
55400
Пароотводящие трубопроводы. С изделием не поставляются
53450
51950
51200
50700
47700
47600
44700
44700
Трубопроводы охладителя. С изделием не поставляются.
41700
40400
39300
40100
3700
18900
Б
35700
6000
32900
6600
4250
28900
28100
Ось фурмы
Кессончик фурменный
Нагнетательный трубопровод с изделием не поставляется
Тележка для откатки кессона
6100
4250
8000
10600
6000
Экран защитный
Конвертер

Рис. 29. Охладитель конвертерных



газов ОКГ-130бд

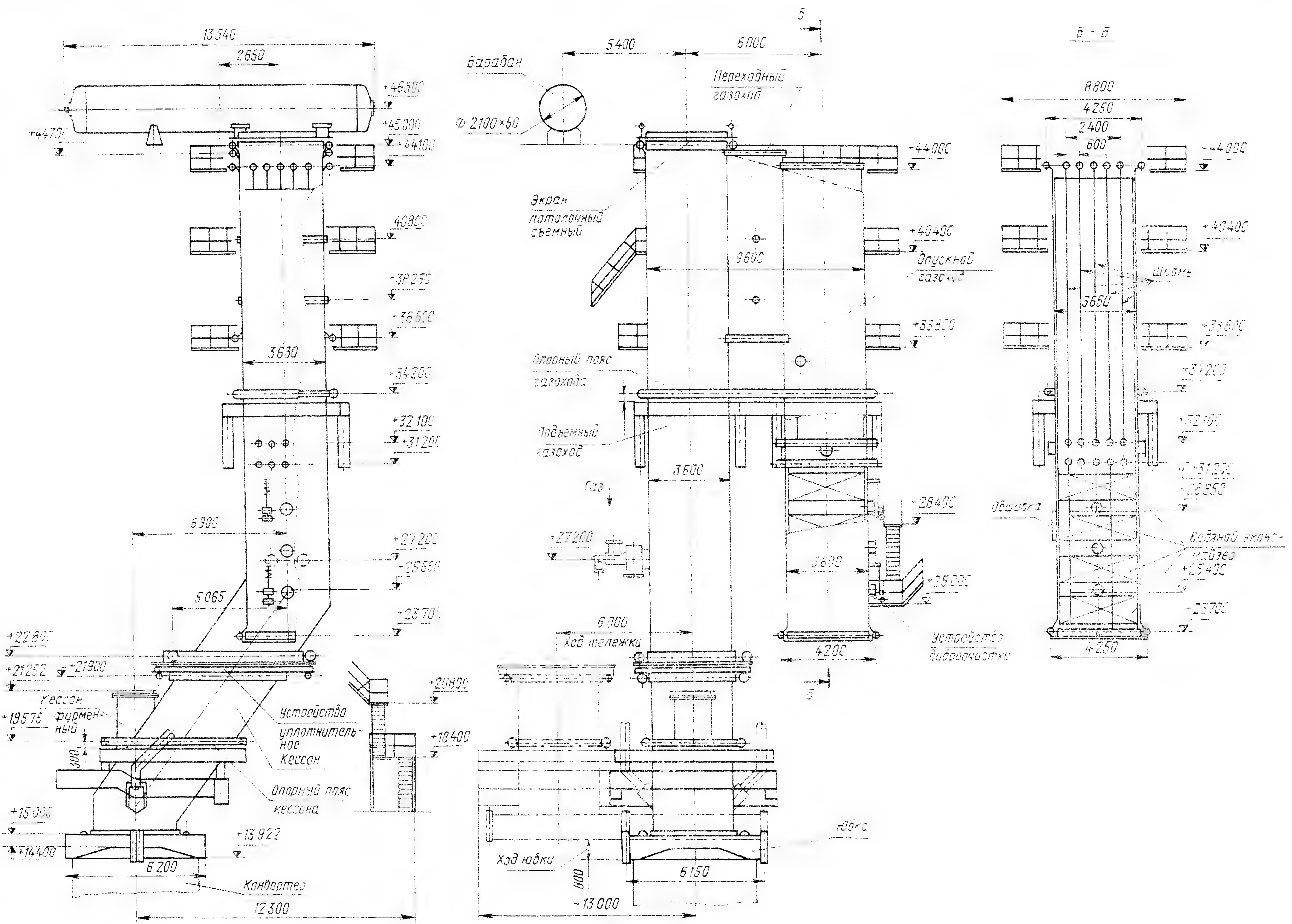


Рис. 30. Охладитель конвертерных газов ОКГ-180

сона и стационарного газохода установлены фильтры с дроссельными шайбами диаметром 10 мм.

Юбка состоит из двух частей, каждая из которых представляет собой цельносварной экран из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 75 мм на цилиндрической части.

Экран — защитный, устанавливается в нижней части кессона и представляет собой цельносварную конструкцию из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 75 мм.

Кессоны сыпучих материалов и фурменный выполнены конструктивно по типу «труба в трубе». Диаметр наружных труб — 57 мм с толщиной стенки 5 мм, диаметр внутренних труб — 32 мм с толщиной стенки 3 мм. Кессоны имеют U-образное движение воды и включены в контур циркуляции.

Котел-охладитель конвертерных газов ОКГ-400 (рис. 33) рассчитан на два основных режима работы:

режим без дожигания конвертерных газов в количестве $330 \cdot 10^3$ нм^3/ч при коэффициенте избытка воздуха 0,11;

режим с полным дожигом конвертерных газов в количестве $100 \cdot 10^3$ нм^3/ч при коэффициенте избытка воздуха 1,3.

ОКГ-400 устанавливается за конвертером емкостью 400 т. Котел производит насыщенный пар давлением 2—4 МПа в количестве 285—370 т/ч в соответствии с режимами. Конструктивно ОКГ-400 состоит из следующих основных узлов: кессона, стационарного газохода, муфты, кессона фурменного и сыпучих, съемной крышки, барабана, трубопроводов.

Кессоном является нижняя часть охладителя, расположенная над горловиной конвертера. Кессон представляет собой четырехгранник со сторонами 4800×4850 мм, выполненный из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 75 мм. Щель между трубами заварена полосой 18×5 мм для придания кессону газоплотности. Для прохода фурмы на кессоне выполнено отверстие, куда вставляется кессон фурменный. На фронтовой и задней панелях кессона предусмотрены окна для ввода сыпучих материалов, куда вставляются кессоны сыпучих. Кессоны сыпучих и фурменный выполнены диаметром 1200 мм по типу «труба в трубе», наружная труба диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм, внутренняя — 28 мм с толщиной стенки 3 мм. В трубы входных камер кессонов фурменного и сыпучих установлены индивидуальные фильтры с дроссельными шайбами диаметром 7 мм.

Стационарный газоход имеет П-образную компоновку, представляет собой четырехгранник со сторонами 4800×4850 мм, выполненный из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, с шагом между трубами 50 мм. Щели между трубами заварены полосой 12×5 мм.

По высоте газохода с шагом 2400 мм расположены пояса жесткости из двутавра 24. На цеховых металлоконструкциях установлены две опорные металлоконструкции подъемного и опускного газоходов. Опора подъемного газохода неподвижна, опора опускного газохода может горизонтально скользить вместе с опускным газоходом при расширении переходной части газохода.

Соединение газохода и кессона — фланцевое с компенсатором. В потолке над подъемным газоходом предусмотрен проем размером 4800×4800 мм, закрываемый водоохлаждаемой крышкой, включенной в контур циркуляции котла. Крышка выполнена в виде 24-заходного змеевика из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 50 мм. Газоплотность между крышкой и газоходом достигается с помощью песочного затвора.

Муфта котла устанавливается в нижней части кессона и служит для восприятия колебаний количества газа, выходящего из конвертера. Она представляет собой цилиндрическую поверхность диаметром 9150 мм, выполненную из труб 57 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 75 мм. Пространство между трубами заварено полосой 18×5 мм. Высота муфты — 2400 мм. Верхняя часть муфты представляет горизонтальный потолок, выполненный в виде кольца из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 100 мм. В процессе работы конвертера муфта поднимается и опускается на 1500 мм. Муфта охлаждается технической водой в количестве 700—750 нм^3/ч с температурой на входе 30° С и на выходе не больше 40° С. Соединение муфты с кессоном осуществляется с помощью песочного затвора.

Барабан диаметром 3112 мм с толщиной стенки 56 мм и длиной 18 200 мм — с жалюзийно-дроссельной сепарацией. Циркуляция в котле осуществляется восемью насосами типа 10НКУ-7. К установке принято 10 насосов (8 рабочих, 2 резервных).

Охладители конвертерных газов снабжены необходимой арматурой, гарнитурой, устройством для отбора проб пара и воды, контрольно-измерительными приборами. Питание котла и сигнализация уровня воды в барабане автоматизированы.

Котлы поставляются транспортабельными блоками.

Технические и конструктивные характеристики охладителей конверторных газов приведены в табл. 13, а форма компоновки котлов на рис. 34.

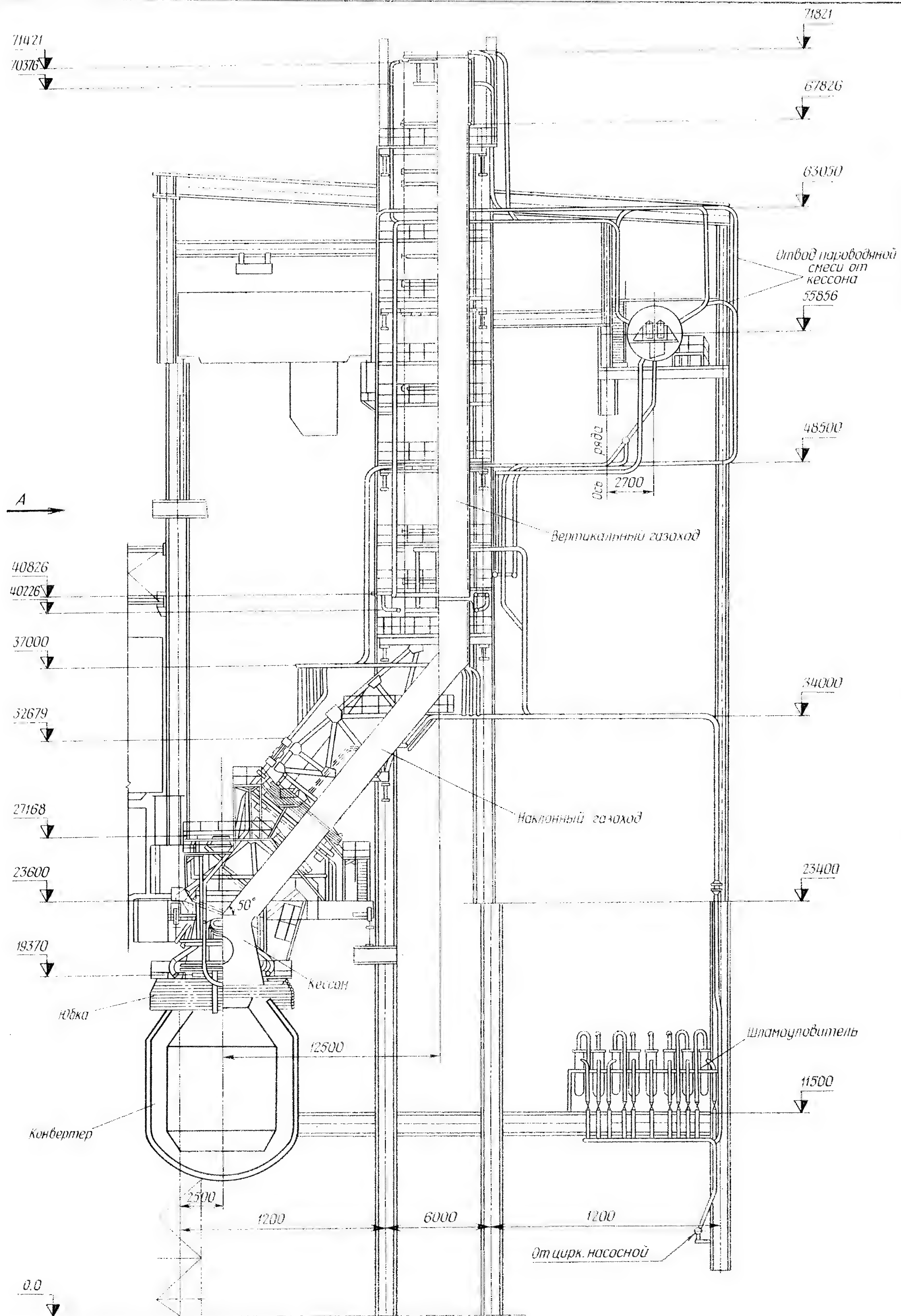
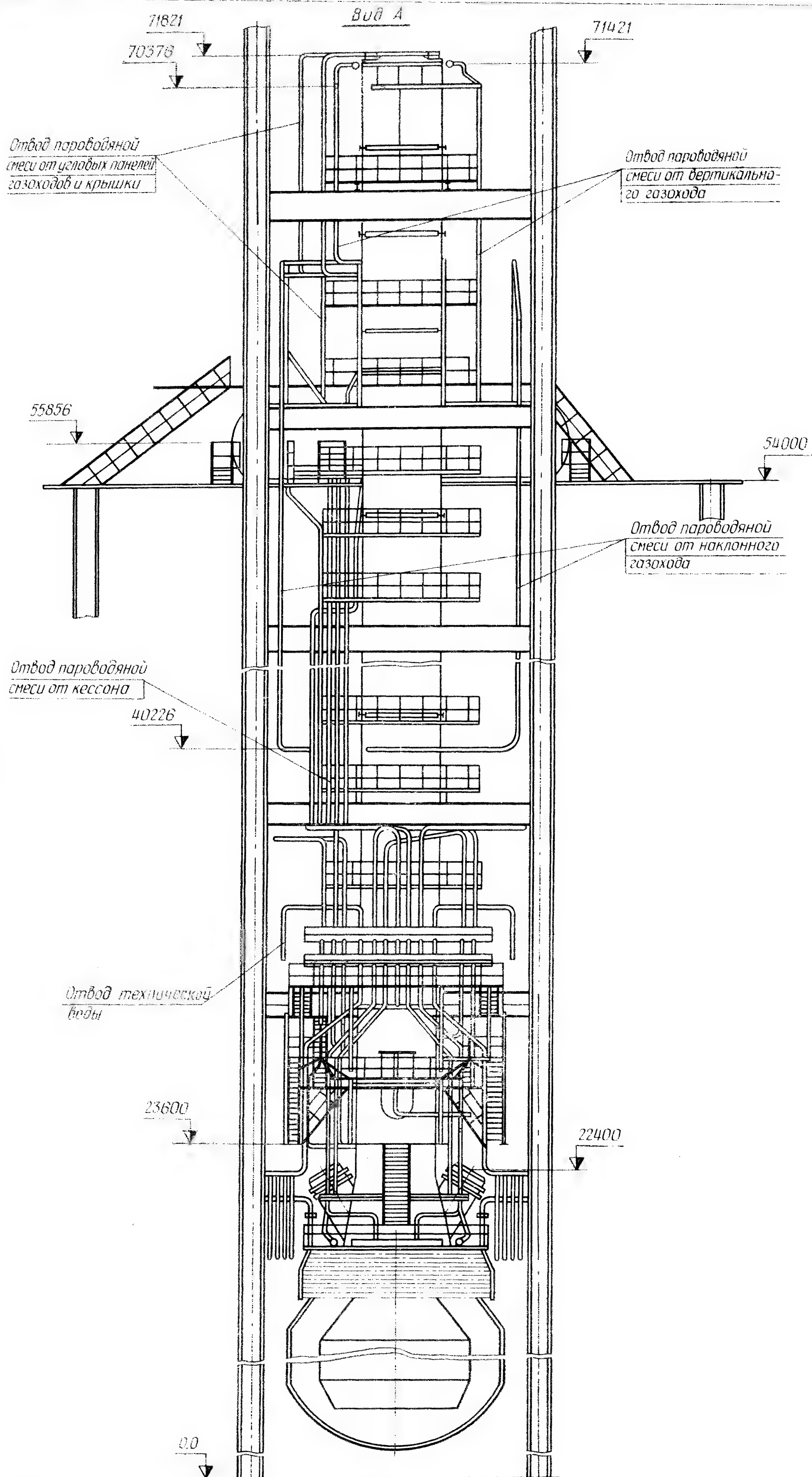


Рис. 31. Охладитель конвертерных



газов ОКГ-250-2

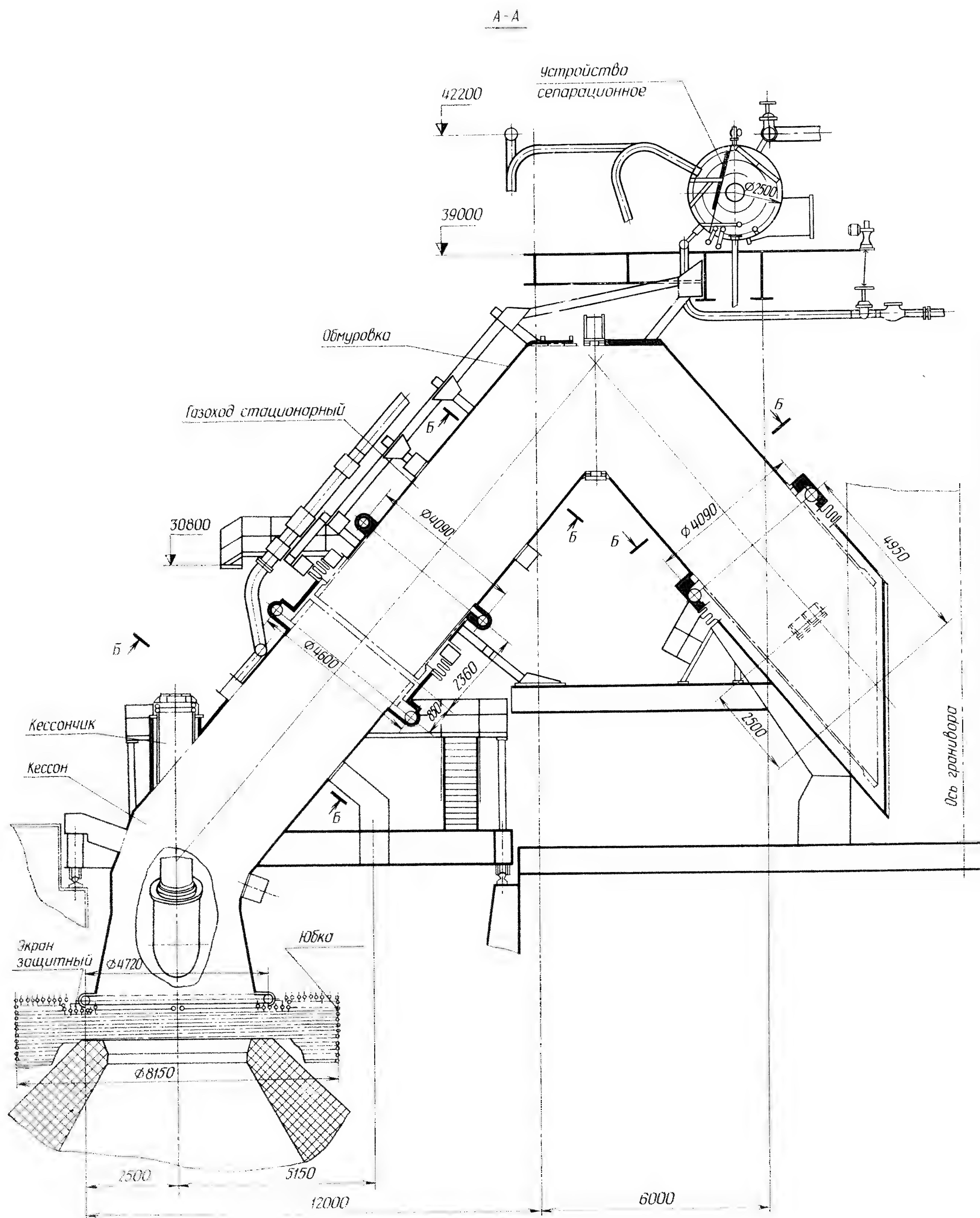
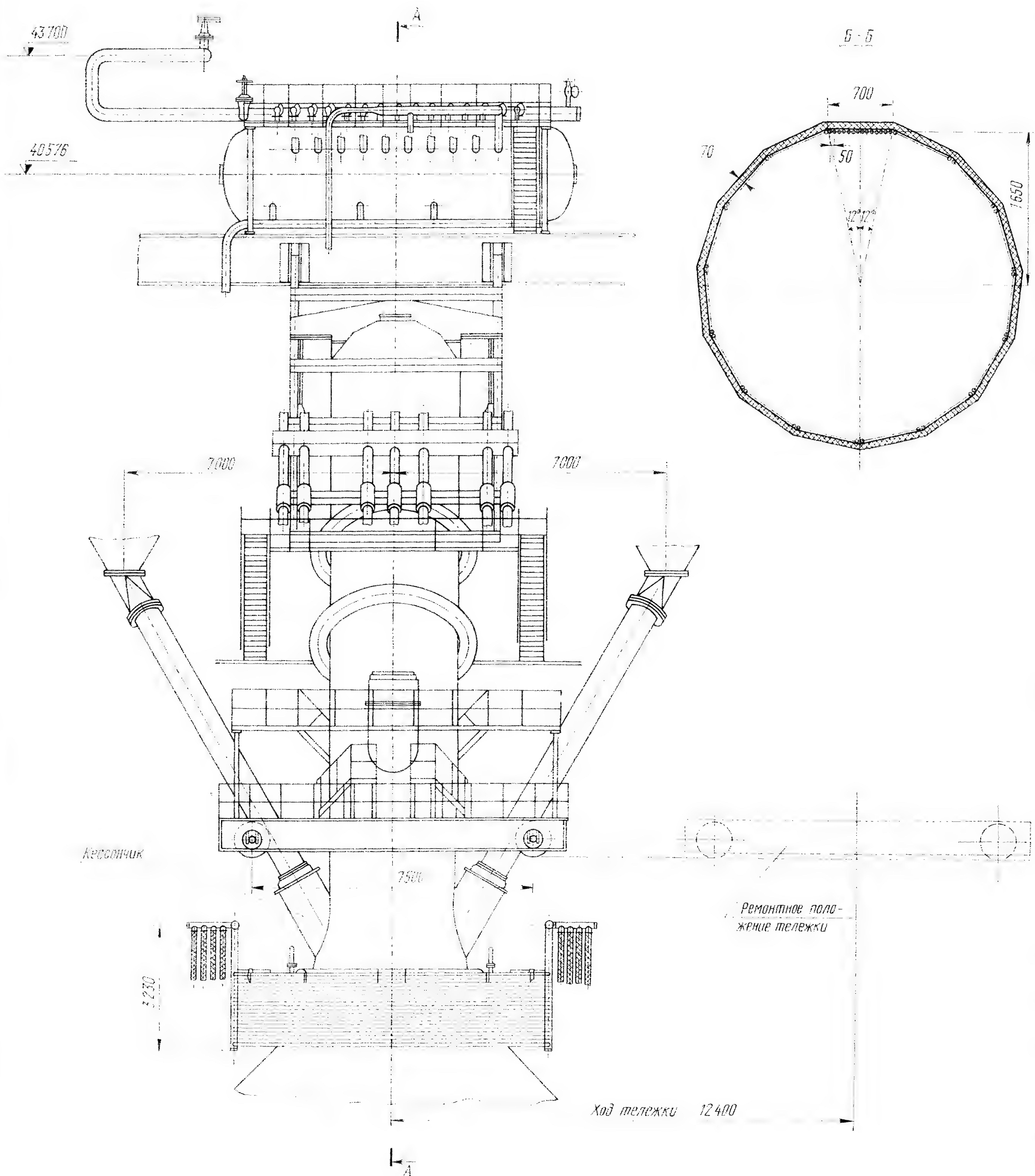


Рис. 32. Охладитель конвертерных



газов ОКГ-250-М2бд

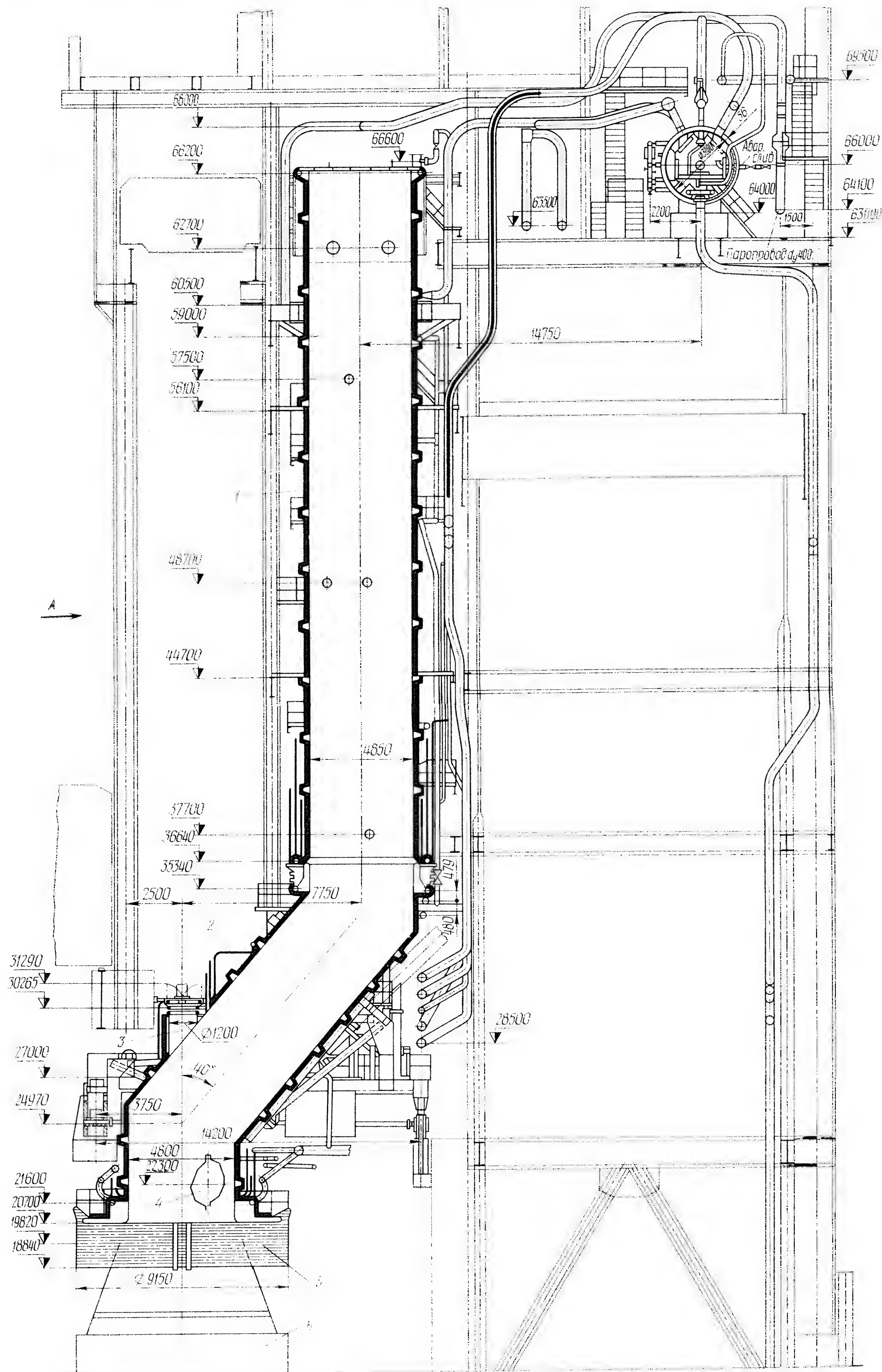
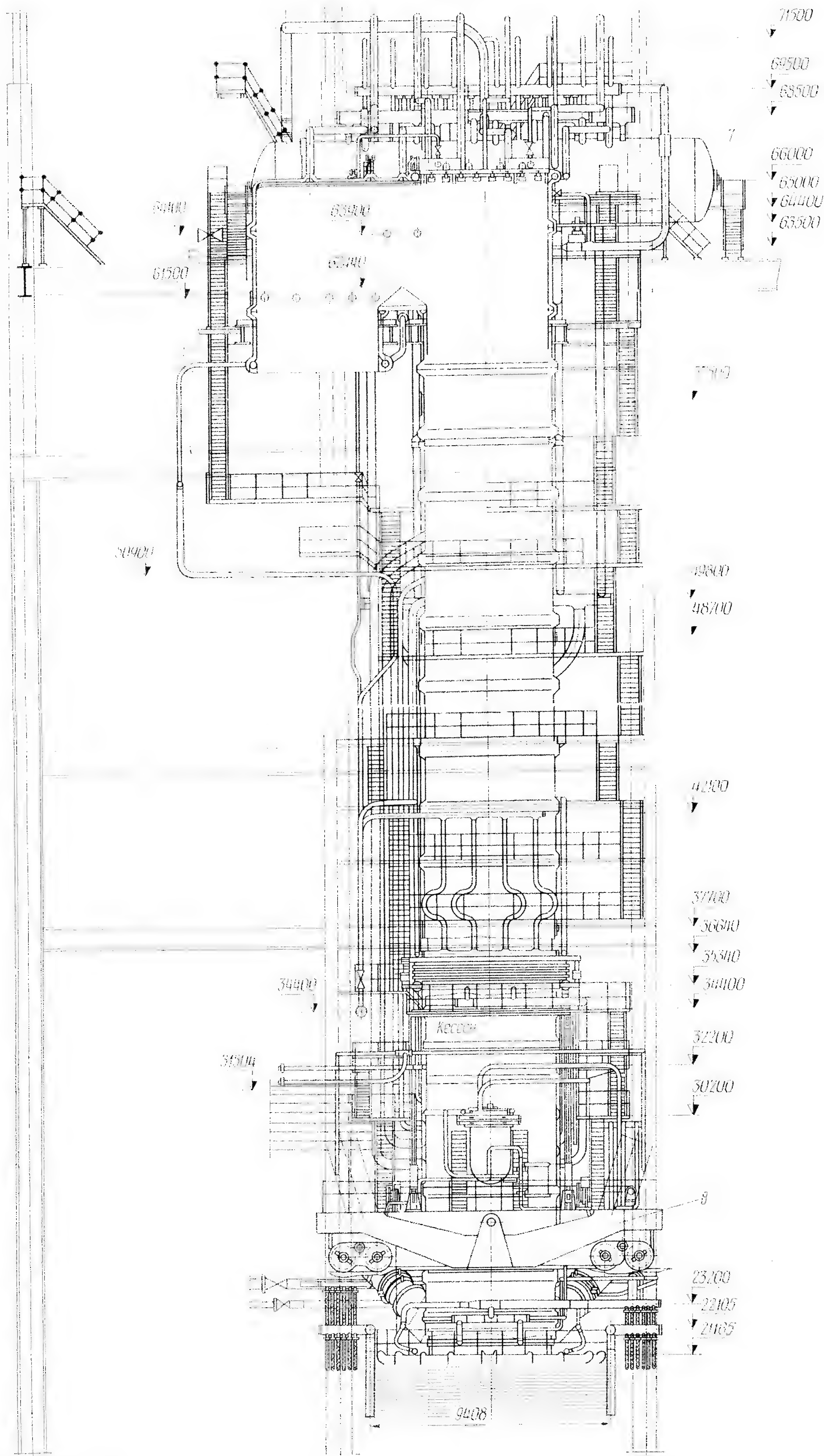


Рис. 33. Охладитель конвертерных

1 — газоход; *2* — кессон; *3* — кессон фурменный; *4* — окно для ввода сыпучих;



газов ОКГ-400:
5 — муфта; 6 — конвертер; 7 — барабан; 8 — тележка для откатки кессона

Таблица 13

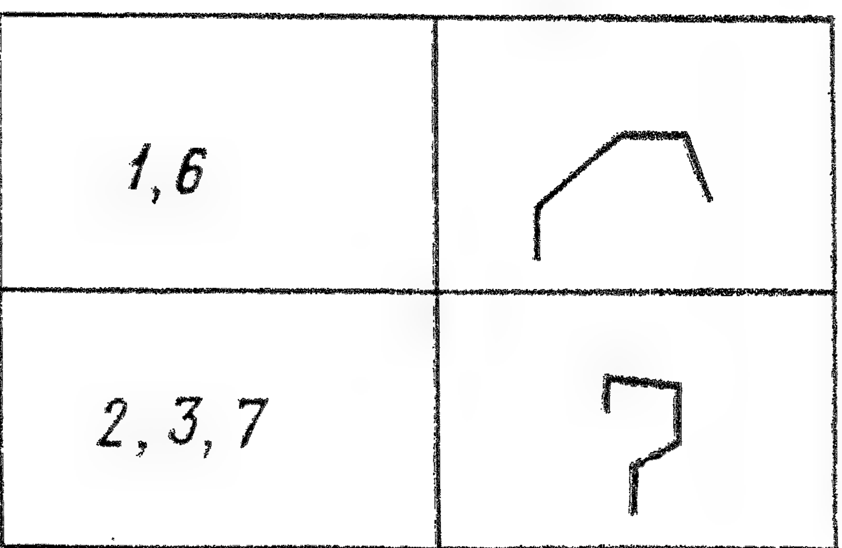
ТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКГ

Наименование величины	Обозначение	ВОКГ-80-2	ОКГ-130	ОКГ-130бд	ОКГ-180	ОКГ-250-2	ОКГ-250 М2бд	ОКГ-400
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Емкость конвертера, т	E	85	130	200	180	300	250	400
Интенсивность продувки кислородом, м³/с	V_{O_2}	6,3	10	25	15	25	15	46,6
Коэффициент избытка воздуха	α	1,2	1,2	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Расход газов на выходе из конвертера, м³/ч	$V_г^1$	$55\cdot10^3$	$80\cdot10^3$	$186\cdot10^3$	$110\cdot10^3$	$168\cdot10^3$	$168\cdot10^3$	$330\cdot10^3$
Расход газов через охладитель, м³/ч	$V_г^2$	$200\cdot10^3$	$253\cdot10^3$	$270\cdot10^3$	$130\cdot10^3$	$200\cdot10^3$	$200\cdot10^3$	$393\cdot10^3$
Температура газов на выходе, °С	$T_к$	1700	1700	1650	1700	1600	1700	1650
Температура уходящих газов, °С	$T_{ух}$	1063	750	750	420	780	1100	1070
Запыленность конвертерных газов, г/нм³	μ	150	135	180	160	150	150	200
Давление насыщенного пара (воды), МПа	p	3,3	4,0	2,0÷4,0	4,7	4,0	1,9	2,0÷4,0
Температура питательной воды, °С	$t_{п.в}$	$t'=160$ $t''=206$	104	104	104	104	105	102
Паропроизводительность, т/ч	$D_п$	—	0—345	0—345	60—138	0—250	0—160	0—285
Теплопроизводительность, ГДж/ч	Q	485,7	—	—	—	—	—	—
Расход охлаждающей среды, м³/ч	$V_в$	2250	3300	3230	826 (принудительная циркуляция) 1565 (естественная циркуляция)	3080	1440	3740
Форма компоновки котла (см. рис. 34)	—	1	2	3	4	5	6	7
Форма сечения котла	—	Четырехгранник	Четырехгранник	Четырехгранник	Четырехгранник	Четырехгранник	Пятнадцатигранник	Четырехгранник
Сечение по осям труб, мм	$F_г$	3,6×3,65	4,2×4,25	4,2×4,25	3,6×3,65	3,42×3,42	Кессон $D_{вн}$ 3372 мм газоход $D_{вн}$ 3300 мм	4,8×4,85
Суммарная поверхность нагрева, м²	H_Σ	674	1832	1832	2124	815	410	1241
Поверхность нагрева, м²:								
кессон	$H_к$	318	201	201	133	180	122	501
подъемный газоход:								
наклонный	$H_н$	318	390	390	387	203	208	740
вертикальный	$H_в$	318	390	390	387	427	208	740
переходный газоход	$H_п$	318	30	30	387	—	208	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9
опускной газоход	$H_{о}$	356	304	304	167	—	208	—
ширмы	$H_{ш}$	—	907	907	345	—		—
водяной экономайзер	$H_{эк}$			—	1057	—		—
Диаметр и толщина стенки труб, мм:	$d \times S$							
кессон		38×5	38×5	38×5	38×5	38×5	38×5	57×5
подъемный газоход:								
наклонный		38×5	—	—	57×5	50×5	38×5	—
вертикальный		38×5	38×5	38×5	57×5	50×5	38×5	38×3
переходной газоход		38×5	38×5	38×5	38×5	—	38×5	—
опускной газоход		38×5	38×5	38×5	38×5	—	38×5	—
ширмы		—	38×5	38×5	38×5	—	—	—
водяной экономайзер		—	—	—	38×3	—	—	—
Расположение труб и шаги, мм:	$S_1 \times S_2$							
кессон		—	50	50	50	50	50	75
подъемный газоход:								
наклонный		50	—	—	—	68	50	—
вертикальный		50	50	50	75	72	50	50
переходной газоход		50	75	75	75	—	50	—
опускной газоход		60	75	75	75	—	50	—
ширмы		—	75	75	600×75	—	—	—
водяной экономайзер		—	—	—	Коридорный 150×50	—	—	—
Барабан (наружный диаметр × толщина стенки × длина цилиндрической части), мм	$D \times S \times L$	—	3100×55× ×16 000	3100×55× ×16 000	2100×50× ×12 000	3110×55× ×14 000	2572×36× ×9245	3100×55× ×16 000
Циркуляция охлаждающей среды	—	Принудительная			Принудительная — кессон, естественная — газоход	Принудительная		
Циркуляционные насосы:								
тип	—	10 НКУ-7-2	10 НКУ-7-2	10 НКУ-7-2	НКУ-630	10 НКУ-7-2	10 НКУ-7-2	10 НКУ-7-2
производительность, м³/ч	$V_{нас}$	550	550	550	630	550	550	550
напор, МПа	η	7,4	7,4	7,4	7,9	7,4	7,4	7,4
число на один охладитель (рабочий + + резервный), шт	n	5+2	7+2	7,2	2+2	7+2	4+1	8+2
Диаметр входных дроссельных шайб, мм:	d							
кессон		—	8,2	8,2	8	12,5	8,5	14

Продолжение табл. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
подъемный газоход:								
наклонный		—	—	—	—	16,8	9,5	—
вертикальный		—	—	—	—	14,3	9,5	10
переходной газоход		—	—	8	—	—	9,5	—
опускной газоход		—	—	—	—	—	9,5	—
ширмы		—	—	Групповые дроссельные, шайбы ∅ 29	—	—	—	—
Тепловая нагрузка поверхностей нагрева, $\frac{кДж}{м^2ч}$:	q							
кессон		$1,22\times10^6$	$1,55\times10^6$	$0,155\times10^6$	$0,967\times10^6$	$0,992\times10^6$	$0,661\times10^6$	$1,26\times10^6$
подъемный газоход:								
наклонный		$1,22\times10^6$	$0,661\times10^6$	$0,661\times10^6$	$0,267\times10^6$	$0,602\times10^6$	$0,657\times10^6$	$0,327\times10^6$
вертикальный		$1,22\times10^6$	$0,661\times10^6$	$0,661\times10^6$	$0,267\times10^6$	$0,286\times10^6$	$0,657\times10^6$	$0,327\times10^6$
опускной газоход		$0,293\times10^6$	$0,155\times10^6$	$0,155\times10^6$	$0,105\times10^6$	—	$0,657\times10^6$	$0,327\times10^6$
Масса котла, т	m	173	605	605	400	480	280	660



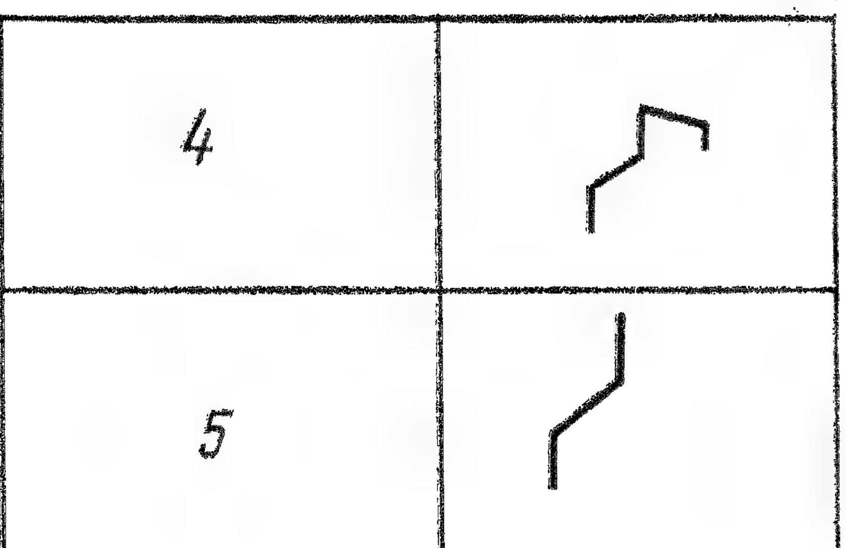


Рис. 34. Форма компоновки котлов

Котел-утилизатор КСТК-35/40-100

Котел-утилизатор КСТК-35/40-100 (рис. 35) предназначен для охлаждения газов, поступающих в него из камеры сухого тушения кокса и выработки перегретого пара.

Котел устанавливается в блоке с камерой сухого тушения кокса, с которой имеет общий тракт для циркуляции газа. Котел предназначен для работы под разрежением без присосов воздуха в его газоход.

Установка котла предусматривается в закрытом помещении в несейсмичном районе.

Котел-утилизатор КСТК-35/40-100 башенной компоновки, подвод газов — сверху. Газоход котла-утилизатора КСТК-35/40-100 имеет сечение в плане 3600×4800 мм (по осям труб). В конструкции котла КСТК-35/40-100 предусмотрена защита гибов поверхностей нагрева от износа.

Стены газохода состоят из газоплотных панелей, выполненных из труб диаметром 57 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 100 мм и включенных в контур естественной циркуляции. Внутри газохода расположены конвективные змеевиковые поверхности нагрева, включенные в контур многократной принудительной циркуляции (МПЦ). Конвективные поверхности нагрева выполнены из труб диаметром 28 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20).

В котле-утилизаторе КСТК-35/40-100 две ступени испарения.

Коллекторы блоков поверхностей нагрева расположены в газоходе. Подвод и отвод охлаждающей среды — торцевой.

Конструкция газохода позволяет снимать заднюю стенку и демонтировать любой пакет для ремонта. Барабан с внутрибарабанным устройством опирается на опорный пояс. Конструкция опор опорного пояса позволяет ему свободно расширяться в любом направлении. Площадки обслуживания и лестницы крепятся к опускным трубам трубопровода в пределах котла и к стенам газохода.

Для регулирования температуры пара в котле предусмотрен пароохладитель, работающий на котловой воде и установленный «в рассечку» между ступенями.

Пароперегреватель устанавливается в зоне высоких температур. Он имеет две ступени, расположенные параллельно по ходу газов: I (входная) ступень выполнена из труб диаметром 28 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20); II (выходная) — из труб диаметром 28 мм с толщиной стенки 3,5 мм (сталь 12Х1МФ).

Коллекторы пароперегревателя вынесены в сторону от потока газов в специальную нишу, образованную отгибкой цельносварного экрана. Пар из I ступени направляется в пароохладитель, а после него во II ступень.

Испарительная поверхность расположена за пароперегревателем. Она состоит из шести блоков, попарно расположенных в трех ярусах. За испарительной поверхностью располагается водяной экономайзер. Движение воды — восходящее, противоточное.

Пакеты пароперегревателя, испарительной поверхности, водяного экономайзера в газоходе крепятся к опорным охлаждаемым балкам, которые включены в контур циркуляции (МПЦ).

Барабан котла имеет наружный диаметр 1590 мм, толщину стенки обечайки 36 мм, днищ — 45 мм. Длина барабана — 7000 мм. Сепарационное устройство барабана выполнено в виде двух ступеней испарения: I ступень испарения — чистый отсек; II ступень испарения — солевые отсеки, расположенные по торцам барабана.

Котел-утилизатор КСТК-35/40-100 не имеет каркаса. Он подвешивается к металлоконструкциям цеха через опорный пояс. Котел снабжен необходимой арматурой, гарнитурой и контрольно-измерительными приборами.

Котел поставляется транспортабельными блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	32,4
Давление перегретого пара, МПа абс.	4,0
Температура, °С:	
перегретого пара	440
газов:	
на входе в котел	800
на выходе из котла	170
питательной воды	100
Расход газов через котел, $нм^3/ч$	100 000
Поверхность нагрева, $м^2$:	
пароперегревателя	357
экранов	1300
парообразующей поверхности	1600
экономайзера	1600
Аэродинамическое сопротивление, кПа	0,823
Запыленность газов, $г/нм^3$	6
Габаритные размеры, м:	
длина	12
ширина	10
высота	28,7
Масса металлической части котла, т	277

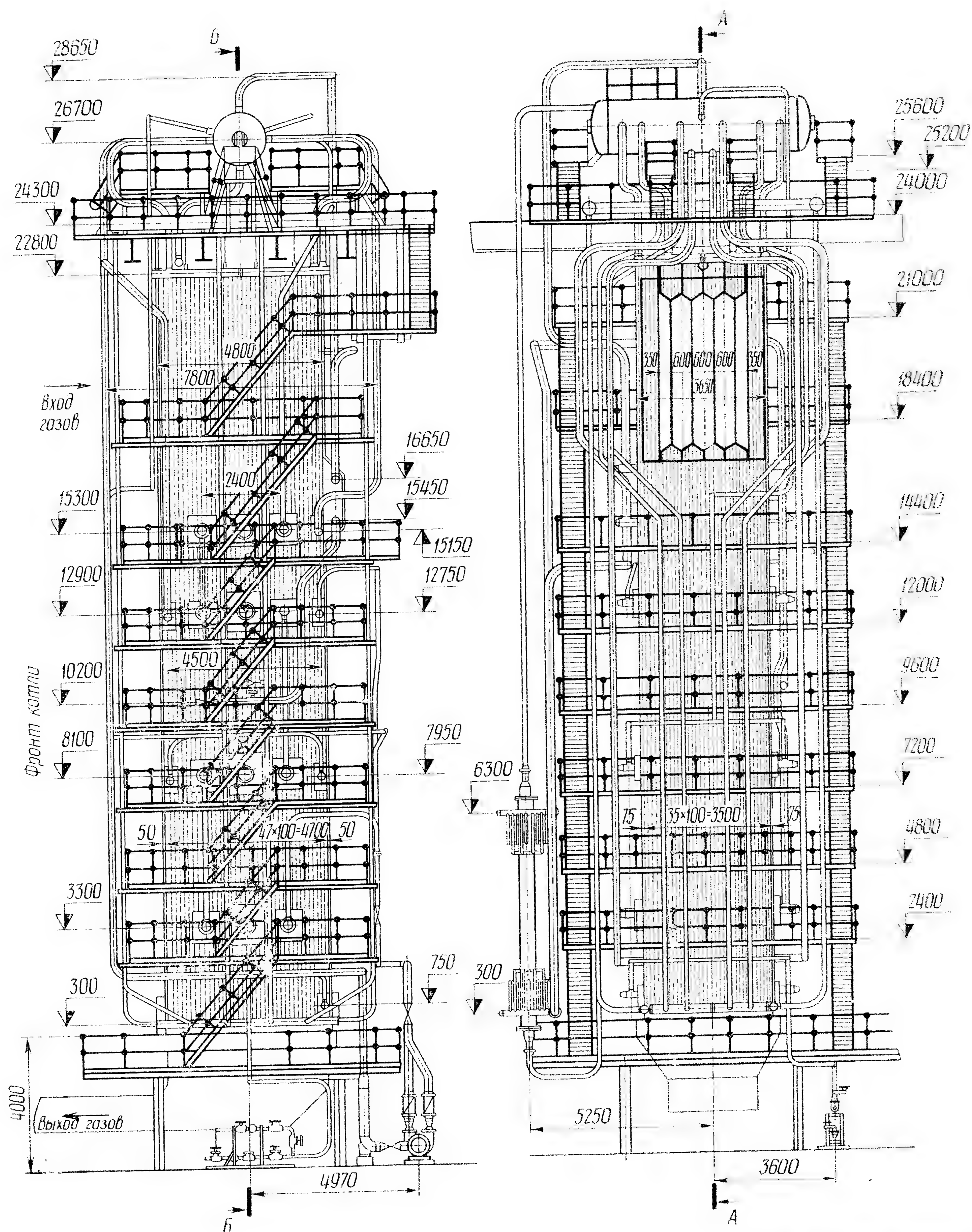
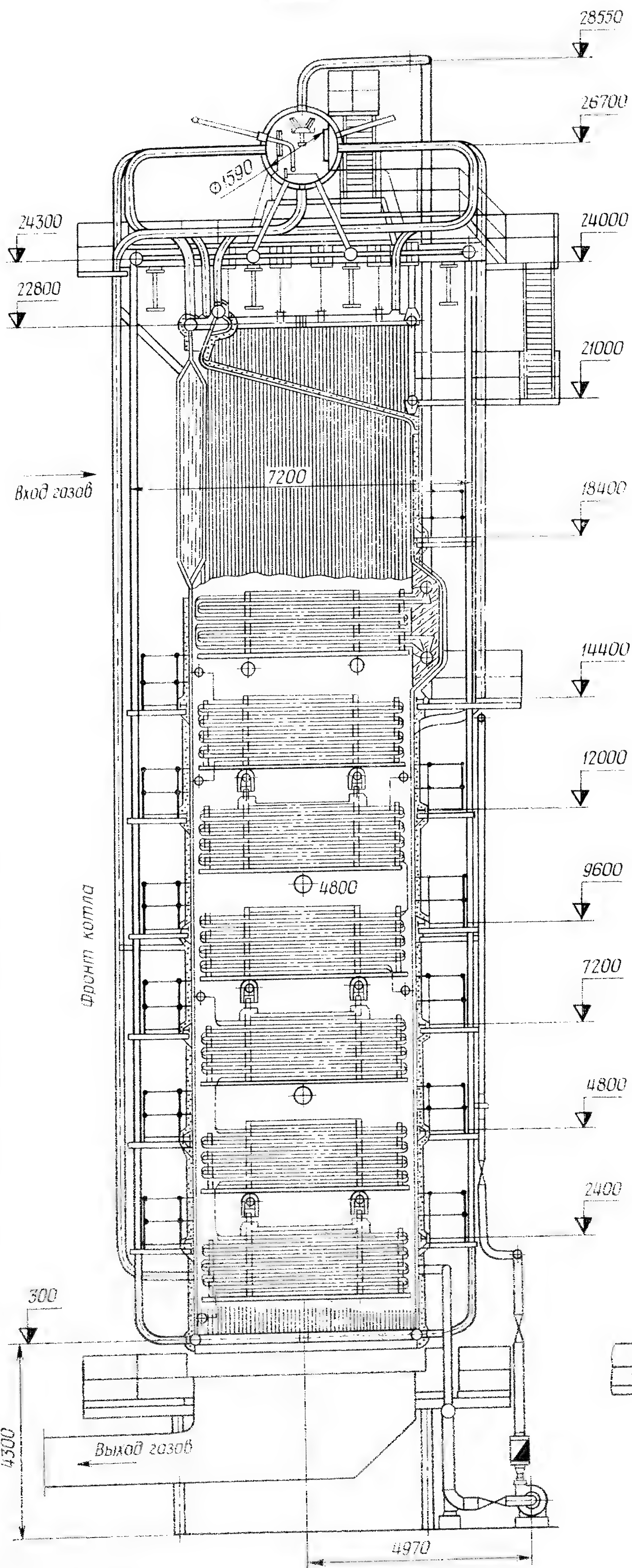
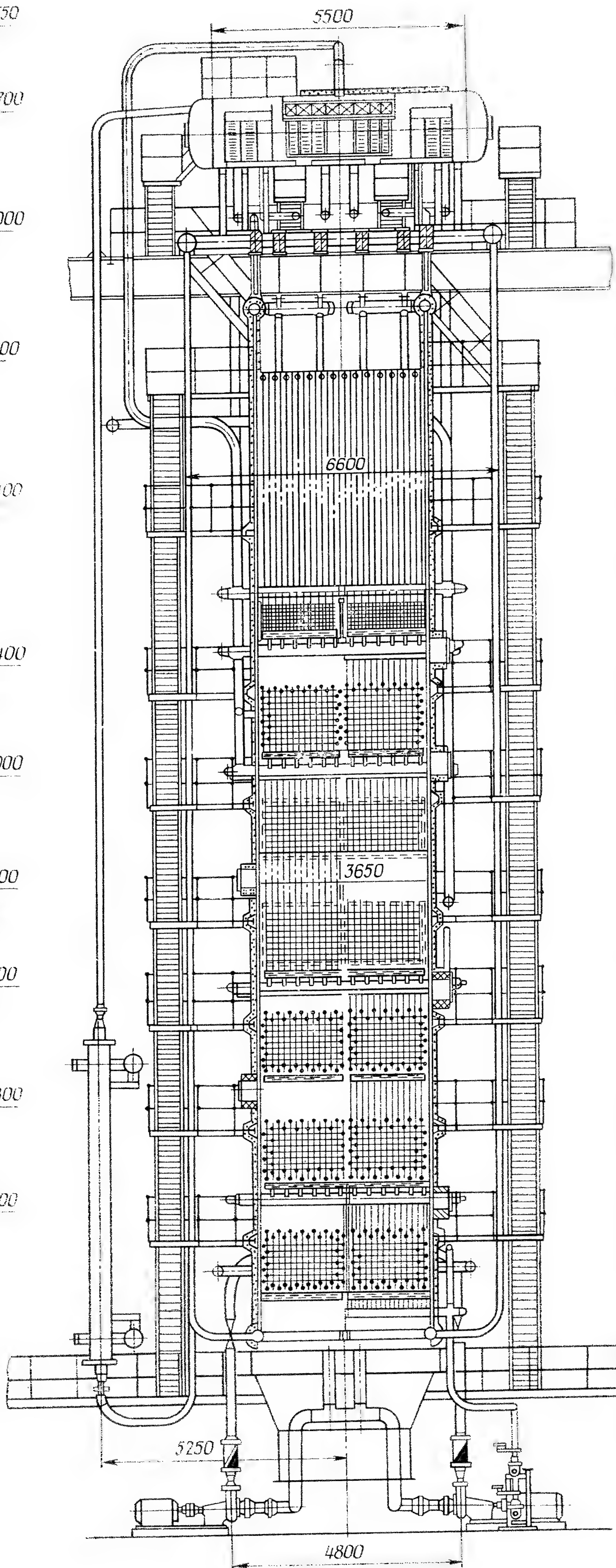


Рис. 35. Котел-утилизатор





КСТК-35/40-100

Котел-утилизатор РКЖ-25/40

Котел-утилизатор типа РКЖ-25/40 (рис. 36) предназначен для охлаждения технологических газов печи жидкой ванны (ПЖВ) для плавки сульфидных медных и никельсодержащих концентратов в цветной металлургии и выработки насыщенного пара.

РКЖ-25/40 — водотрубный, однобарабанный котел-утилизатор с многократной принудительной циркуляцией (МПЦ) устанавливается в помещении в несейсмичном районе.

Ограждение котла-утилизатора — газоплотное из мембранных трубных панелей. Трубы диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм, шаг трубы в экранах — 75 мм с нижним подводом газов. Котел горизонтальной компоновки, с одним бункером, стенки которого образованы боковыми экранами. Передняя часть радиационной камеры расположена непосредственно над аптейкой печи, потолок передней части камеры является продолжением фронтового экрана. В радиационной камере размещена перегородка из цельносварных ширм с U-образными трубами, что улучшает заполнение объема камеры и увеличивает эффективность работы нижней части экранов.

На выходе из радиационной камеры установлен ряд из восьми испарительных ширм, расположенных с шагом 600 мм. Вторая перегородка выполнена из цельносварных испарительных панелей, размещена в бункере между радиационными и конвективными ширмами. Конвективные испарительные ширмы установлены в два ряда по 15 штук в ряду с шагом 300 мм. Ширмы — U-образные, мембранные из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 4 мм, шаг труб в ширме — 75 мм.

Коллекторы ширм и перегородок вынесены из газохода через разводки потолочных и боковых экранов, что облегчает условия работы сварных соединений, а также обеспечивает доступность их осмотра и ремонта. Окно для выхода газов размещено в верхней части задней стенки котла.

Барабан котла наружным диаметром 1580 мм с толщиной стенки 36 мм изготовлен из стали 20К. Барабан располагается над верхним перекрытием каркаса котла и опирается на специальную опорную конструкцию каркаса. Внутри барабана смонтировано внутрибарабанное сепарационное устройство, которое состоит из пароприемных коробов, 10 внутрибарабанных циклонов диаметром 290 мм и дырчатого потолка. Сепарационное устройство поставляется на монтаж вместе с барабаном, собранным на прихватках.

На барабане имеются отверстия и штуцера для подвода и отвода пароводяной смеси, манометра, водоуказательных приборов, СПУ (сниженный пи-

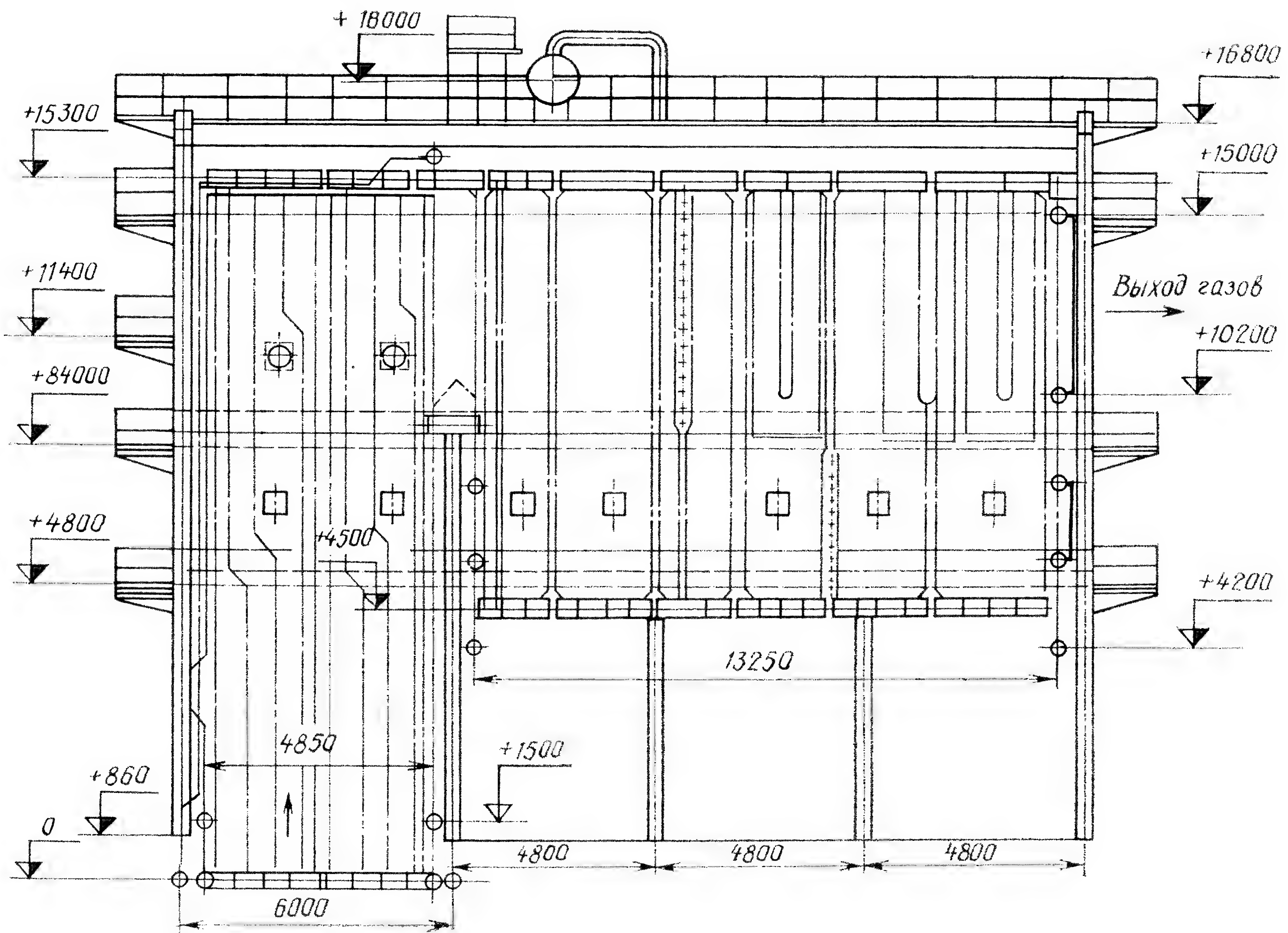


Рис. 36. Котел-утилизатор РКЖ-25/40

тательный узел), подвода питательной воды, подвода пара на разогрев, аварийного слива, предохранительных клапанов, защиты от превышения давления.

Для поддержания заданного водно-химического режима барабан оборудован линиями фосфатирования, периодической и непрерывной продувки, а также необходимой запорной и регулирующей арматурой. Многократная принудительная циркуляция в котле обеспечивается тремя (два рабочих, один резервный) насосами типа 10НКУ-7-2. Котел оборудован системой циркуляционных трубопроводов с необходимой запорной и регулирующей арматурой.

Для очистки ширмовых поверхностей нагрева предусмотрено использование ударно-механической очистки.

Изоляция котла производится на монтаже в соответствии с чертежами и прилагаемыми инструкциями. Предусматривается два варианта исполнения изоляции. В первом варианте в качестве теплоизоляционного материала применены минераловатные маты с покрытием их асбоцементодиатомовой штукатуркой. Маты на экранных поверхностях крепят при помощи штырей, приваренных к проставкам экранов с шагом 600 мм. Во втором варианте в качестве теплоизоляционного материала применена асбоперлитная масса, которая наносится методом напыления. Поверхность изоляции покрывают асбоцементодиатомовой штукатуркой.

Котел-утилизатор оснащен необходимыми контрольно-измерительными приборами, средствами автоматики и арматурой.

Котел-утилизатор поставляется транспортабельными блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность, т/ч	24
Рабочее давление пара, МПа	4,0
Температура насыщенного пара, °С	249
Расход греющих газов, нм³/ч	35 000
Температура, °С:	
газов на входе	1200 – 1250
газов на выходе	348 – 407
питательной воды	104
Поверхность нагрева, м²	1360
Аэродинамическое сопротивление, кПа	0,11
Запыленность газового потока, г/нм³	50
Габаритные размеры, м:	
длина	20,4
ширина	6,0
высота	18,0
Масса металлической части, т	303

Котел-утилизатор РКК-25/40-75

Котел-утилизатор РКК-25/40-75 (рис. 37) предназначен для установки за конвертерами медноникелевого передела.

Конструкция котла-утилизатора обусловлена тремя основными требованиями, предъявляемыми сернокислотным производством: охлаждение конвертерных газов до температуры, требуемой технологией сернокислотного производства; обеспечение минимального разбавления конвертерных газов (подсос воздуха) с целью увеличения концентрации сернистого ангидрида, осаждение крупных фракций охлажденной до твердого состояния пыли, выносимой из конвертера.

Котел-утилизатор РКК-25/40-75 производит насыщенный пар до 16,7 т/ч от собственных поверхностей нагрева и 22,7 т/ч с поверхностями предвключенного напыльника давлением до 4 МПа и температурой 249° С.

Конвертерные газы после напыльника испарительного охлаждения с температурой до 850° С через входное окно фронтового экрана проходят в котел. Котел-утилизатор имеет барабан с сепарационным устройством, радиационную камеру шириной 4850 мм и длиной 8400 мм и конвективную камеру, выполненную из газоплотных экранов; бункер для сброса пылевыноса образован нижней частью экранов, имеет наклон стен к горизонту 61°56′ и оканчивается прямоугольным фланцем размером 13 200×600 мм, к которому в зависимости от технологии производства присоединяется шнек или скребковый транспортер для удаления осевшей пыли. За радиационной камерой расположена I конвективная часть камеры с восемью ширмами U-образной формы с шагом между ними — 600 мм, а во II конвективной части установлены два ряда ширм U-образной формы, каждый из которых содержит 15 ширм с шагом между ними — 300 мм.

Для обеспечения лучшего омывания поверхностей нагрева газами в газоходе установлены две перегородки: одна перед радиационными ширмами вверху газового тракта котла, другая перед конвективными ширмами внизу газового тракта котла. Верхняя перегородка выполнена из горизонтально установленных U-образных блоков, которые U-образной стороной прикреплены к трубам экранов, а противоположные стороны заканчиваются коллекторами и выведены за пределы газохода. Коллектор каждой последующей ширмы по отношению к предыдущей расположен на противоположной стороне газохода. Нижняя перегородка выполнена из двух трехходовых блоков и с верхней перегородкой включена в самостоятельный циркуляционный контур. Коллекторы конвективных ширм расположены снаружи газохода и шарнирно соединены с несущими балками с помощью подвесок. Несущие балки соединены между собой поперечными балками с образованием ряда независимых несущих рам, к каждой из которых подвешены ширмы. На поверхностях радиационной и конвективной камер установлены пояса жесткости, выполненные из составных балок, соответствующих числу экранирующих блоков. Все поверхности нагрева котла выполнены из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 5 мм и шагом 75 мм. В котле применена многократная принудительная циркуляция (МПЦ). Циркуляция воды осуществляется двумя насосами (рабочим и резервным) типа 10НКУ-7-2.

Барабан котла наружным диаметром [illegible] и длиной цилиндрической части [illegible] сварным из стали 20К, толщина [illegible] ческой части — 40 мм.

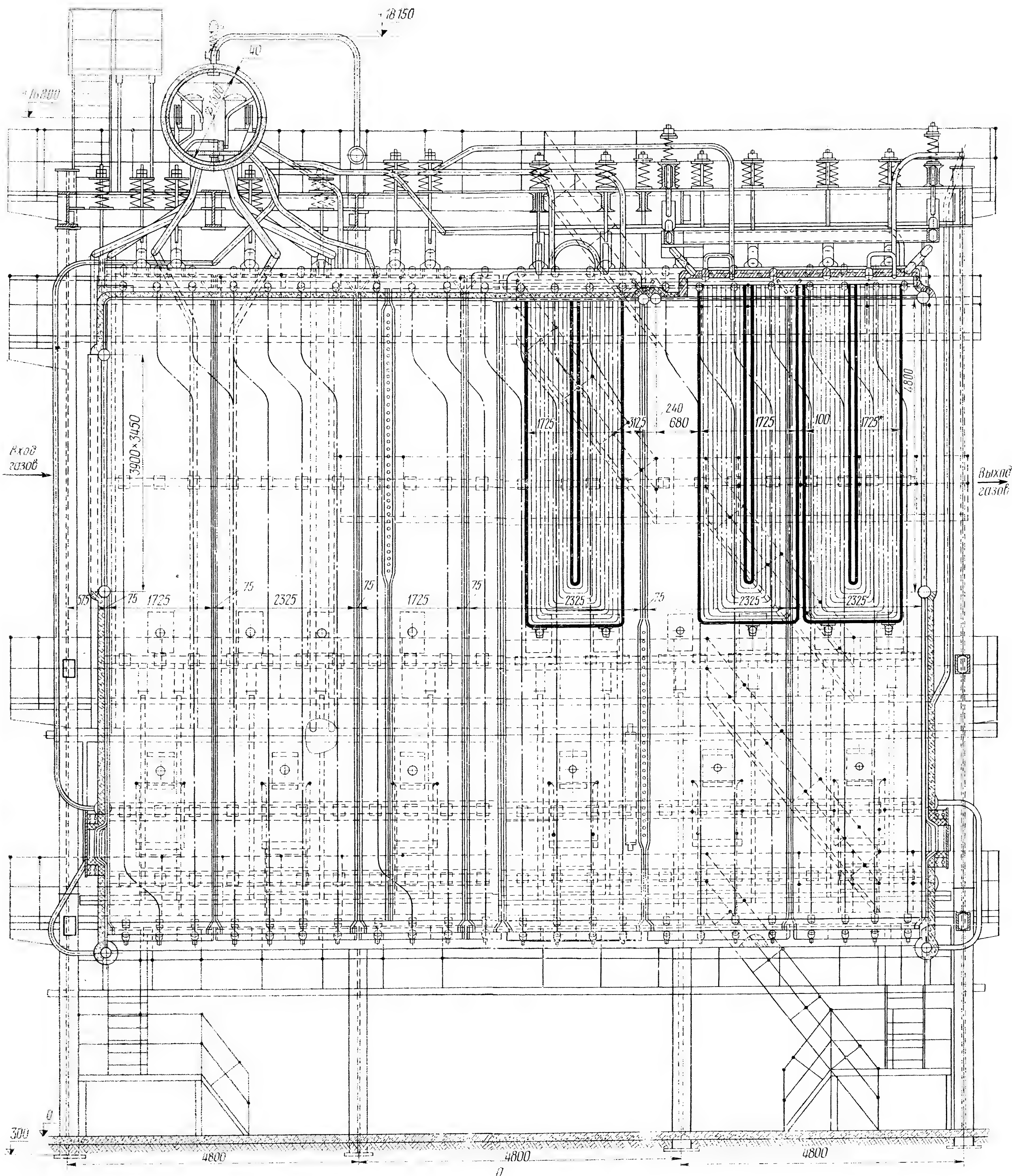
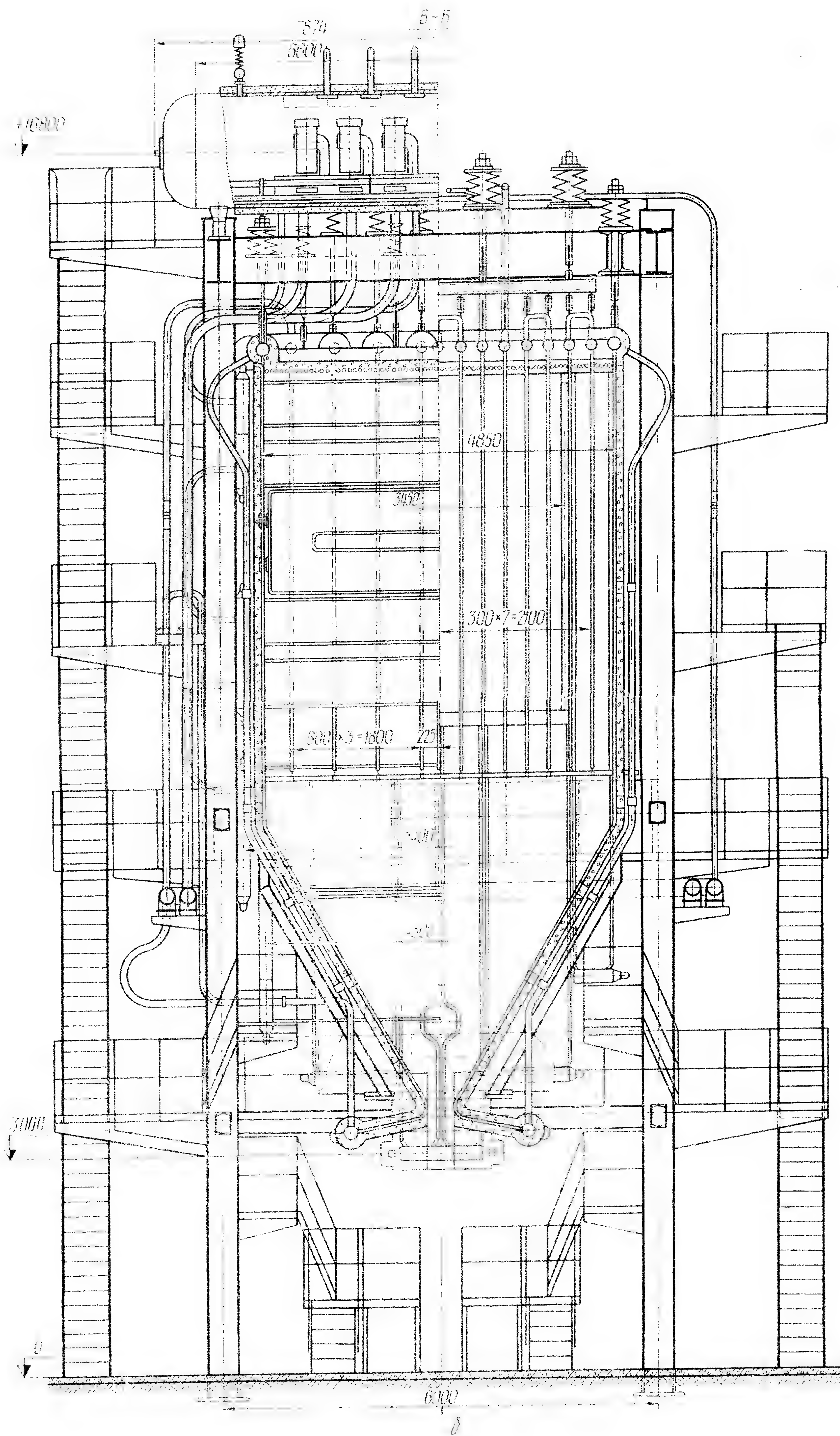


Рис. 37. Котел-утилизатор
а — продольный разрез;



РКК-25/40-75
б — поперечный разрез

Барабан снабжен комплектом приварных штуцеров, необходимых для установки арматуры и присоединения к системе трубопроводов котла. Барабан опирается на две роликовые опоры, которые крепятся к металлической раме каркаса.

Для очистки поверхностей нагрева применена ударная очистка.

Тепловая изоляция наружных стен котла крепится при помощи штырей. Предусмотрена изоляция котла в двух вариантах. В первом варианте выполняется методом напыления. Асбестоперлитовая смесь наносится на поверхность экранов и камер с помощью специальной установки. Поверхность изоляции покрывается слоем уплотнительной штукатурки, на которую наносится полимерное покрытие, армированное стеклотканью. Во втором варианте котел изолирован минераловатными матами, на которые нанесен слой уплотнительной обмазки и полимерное покрытие, армированное стеклотканью.

Котел-утилизатор оснащен необходимыми контрольно-измерительными приборами, средствами автоматики, арматурой.

Котел-утилизатор поставляется транспортабельными блоками.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Паропроизводительность собственно котла, т/ч	16,7
Паропроизводительность совместно с напыльником, т/ч	22,7
Давление в барабане, МПа	4,0
Температура пара (насыщ.), °С	249
Температура газов, °С:	
перед котлом	до 850
за котлом	350±50
Количество газов перед котлом, нм³/ч	56 000
Количество циркулирующей воды, т/ч	500
Поверхность нагрева, м²:	
радиационной камеры	196,1
I часть конвективной камеры	210,2
II часть конвективной камеры	652,2
Аэродинамическое сопротивление, кПа	0,147
Запыленность газов, г/нм³	30
Габаритные размеры, м:	
длина	14,4
ширина	6,0
высота до оси барабана	16,8
Масса металлической части, т	240

КОТЛЫ ДЛЯ САЖЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Унифицированные котлы-утилизаторы типа ПКК-30/24-70-5, ПКК-30/45А, ПКК-75/24-150-5, ПКК-75/45-150-5, ПКК-100/24-200-5, ПКК-100/45-200-5

Котлы-утилизаторы типа ПКК (рис. 38) предназначены для сжигания отбросных газов сажевого производства и получения пара энергетических и технологических параметров.

Предусмотрены две модификации котлов для каждой производительности на параметры генерируемого пара: $p=2{,}4$ МПа, $t_{пп}=370°$ C и $p=4{,}5$ МПа, $t_{пп}=440°$ C.

Котлы — однобарабанные, конвективные, с естественной циркуляцией, выполнены в П-образной компоновке, разработаны для открытой установки.

Отбросные газы вместе с высококалорийным топливом (газ или мазут) сжигаются в неэкранированном горизонтальном предтопке, в котором установлены специальные горелочные устройства. Из предтопка продукты сгорания поступают в подъемный газоход, в котором размещена конвективная испарительная поверхность нагрева. Секции конвективного пучка представляют собой ширмовые поверхности, образованные из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), имеющих изогнутую форму и объединенных индивидуальными входными и выходными коллекторами. Поперечный шаг труб в пучке — 200 мм (в первой части) и 100 мм (во второй части пучка, за пароперегревателем). Продольный шаг труб в ширмах — 55 мм.

Секции — двух типов (короткие и длинные) расположены на двух противоположных стенках газохода и подвешены к потолочному перекрытию котла на пароотводящих трубах диаметром 159 мм с толщиной стенки 7 мм.

Испарение — двухступенчатое. Солевой отсек расположен в левом торце барабана, в него включено, в зависимости от паропроизводительности котла, определенное количество испарительных секций. Остальные секции включены в чистый отсек, расположенный в правой части барабана. Сепарационное устройство солевого отсека выполнено из внутрибарабанных циклонов; в чистом отсеке предусмотрена щитково-жалюзийная сепарация пара.

Барабан котла — сварной, с внутренним диаметром 1520 мм для котлов на 2,4 МПа и 1500 мм для котлов на 4,5 МПа. Толщина стенки барабана составляет соответственно 30 и 45 мм (материал — сталь 20К).

В пространстве, образованном изгибом испарительных секций, расположен пароперегреватель. В зависимости от паропроизводительности котла пароперегреватель имеет от одного пакета для котлов ПКК-30 до четырех пакетов для котлов ПКК-100.

Пароперегреватель котлов типа ПКК на параметры пара $p=2{,}4$ МПа, $t_{пп}=370°$ C выполнен одноступенчатым, с прямоточным направлением движения сред. Трубы диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм выполнены из стали 20 и расположены с шагом 200 мм (поперечный), 75 мм (продольный).

Пароперегреватели котлов на параметры пара $p=4{,}5$ МПа, $t_{пп}=440°$ C выполнены двухступенчатыми. I (по ходу пара) ступень выполняется из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 20), II — из труб диаметром 38 мм с толщиной стенки 3 мм (сталь 15ХМ). Обе ступени включены по прямоточной схеме. В рассечке между ступенями пароперегревателя установлен поверхностный регулятор перегрева. Шаги труб в пароперегревателе — 100 и 75 мм.

В опускном газоходе по ходу газов расположены воздухоподогреватель и экономайзер. Воздухоподогреватель — трубчатый, вертикальный, выполнен из труб диаметром 40 мм с толщиной стенки 1,6 мм (Ст. 3) и шагами 54 и 42 мм. Водяной экономайзер — стальной, гладкотрубный, состоит из трех пакетов. Трубы пакетов диаметром 28 мм с толщиной стенки 3 мм из стали 20 расположены в шахматном порядке с шагами 100 мм и 50 мм.

Для очистки поверхностей нагрева, расположенных в подъемном газоходе, предусмотрены обдувочные приборы типа ОГ, а для поверхностей, размещенных в опускном газоходе — дробеструйная установка. Обмуровка предтопка и котлов выполнена в виде трехслойной кирпичной кладки. Каркасы котлов — металлические, сварной конструкции.

Котлы снабжаются необходимой арматурой, гарнитурой, устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Регулирование питания котлов, перегрева пара, процессов горения, тяги и дутья автоматизировано.

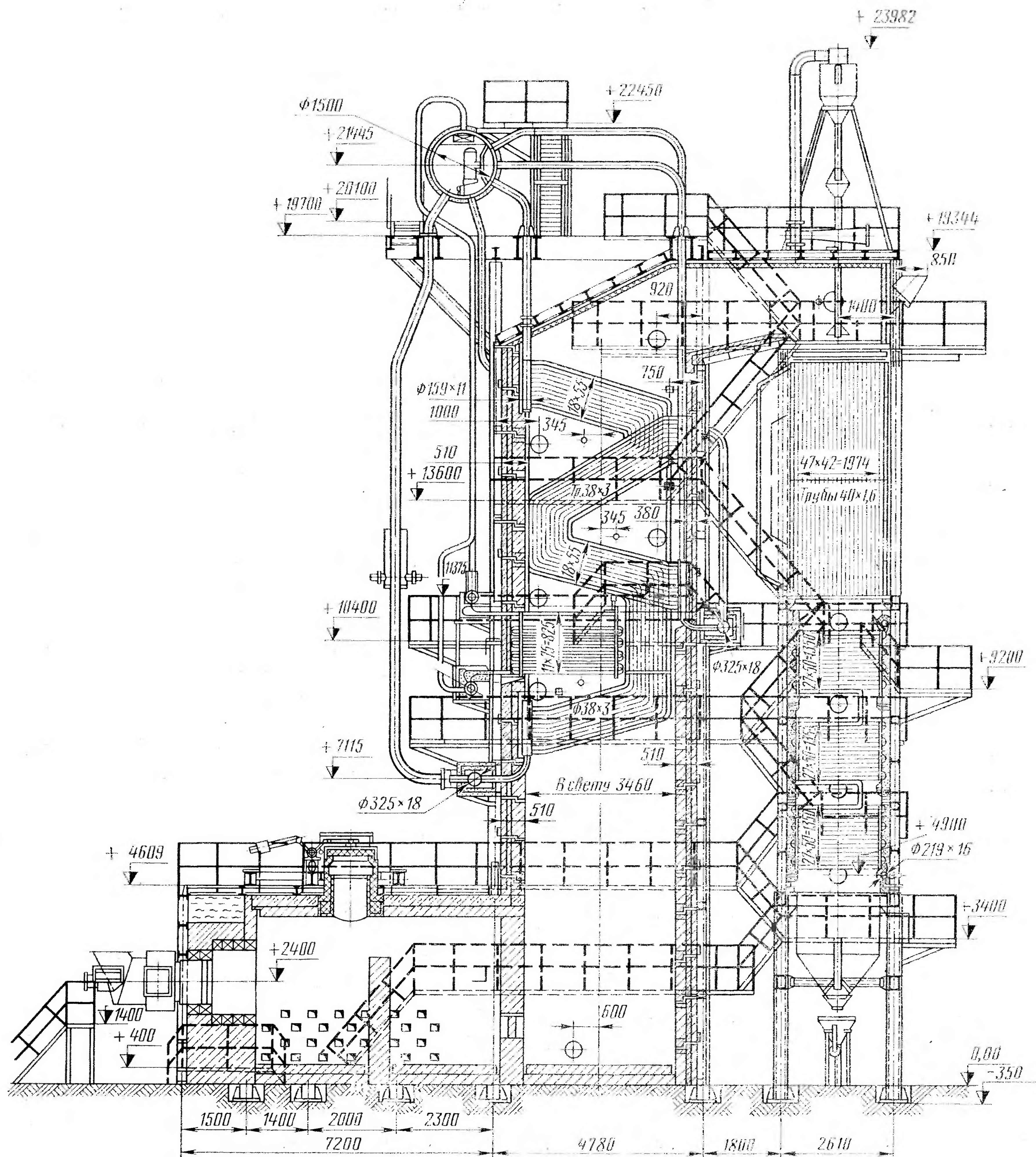


Рис. 38. Унифицированные котлы-утилизаторы типа:
ПКК-30/24-70-5; ПКК-30/45А; ПКК-75/24-150-5;
ПКК-75/45-150-5; ПКК-100/24-200-5; ПКК-100/45-200-5

Котлы-утилизаторы типа ПКК поставляются транспортабельными блоками и узлами в следующем объеме: каркас подъемного газохода, испарительная поверхность нагрева с трубопроводами обвязки конвективного пучка, барабан с сепарационным устройством, воздухоподогреватель, пароперегреватель, блоки водяного экономайзера, портал под опускной газоход, каркас с обшивкой предтопка, горелки, трубопровод в пределах котла, узел питания, устройство для отбора проб пара и воды, обдувочные приборы, дробеочистка, арматура и приводы к ней, гарнитура, детали крепления обмуровки, помосты и лестницы, газоперепускные клапаны.

Котлы-утилизаторы типа ПКК могут быть использованы также для установки за высокотемпературными нагревательными печами (без рекуператоров). Техническая характеристика котлов типа ПКК приведена в табл. 14.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛОВ-УТИЛИЗАТОРОВ

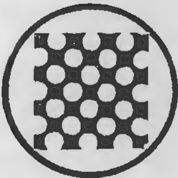
Показатель	ПКК-[illegible]/24-70-5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Паропроизводительность, т/ч	До 35	До [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Давление перегретого пара, МПа абс.	2,4	4,5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Температура, °C:						
перегретого пара	370	440	370	[illegible]	[illegible]	[illegible]
питательной воды	145	145	145	145	[illegible]	[illegible]
газов:						
на входе в конвективный пучок	1257	1257	1257	1257	1257	[illegible]
уходящих	190	190	190	190	190	[illegible]
воздуха:						
на входе в воздухоподогреватель	80	80	80	80	80	[illegible]
на выходе из воздухоподогревателя	390	390	390	390	390	[illegible]
Расход газов, нм³/ч						
отбросных газов производства технического углерода (сухих)	17 700	17 700	35 400	35 400	53 000	[illegible]
газов на входе в конвективный пучок	46 700	46 700	93 500	93 500	[illegible]	[illegible]
воздуха через воздухоподогреватель	22 200	22 200	44 600	44 600	[illegible]	[illegible]
Поверхность нагрева, м²:						
конвективного пучка	537	537	1170	1170	[illegible]	[illegible]
пароперегревателя	76	126	173	292	285	[illegible]
воздухоподогревателя	1880	1880	3620	3620	5720	[illegible]
водяного экономайзера	444	444	855	855	1422	[illegible]
Аэродинамическое сопротивление, кПа	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	[illegible]
Габаритные размеры, м:						
длина	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	[illegible]
ширина	11,5	11,5	17,1	17,1	24,2	[illegible]
высота	24	24	24	24	24	[illegible]
Вес металлической части котла с арматурой, т	212	222	300	320	465	[illegible]

621.181.2
К73

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ,
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ
МАШИНОСТРОЕНИИ
(НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ)

КОТЛЫ УТИЛИЗАТОРЫ И КОТЛЫ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ

ОТРАСЛЕВОЙ КАТАЛОГ



ПТП треста
„Укрэнергоч[illegible]"
НТБ
Инв. № 17432/3/зак.

МОСКВА·1985